2.57

Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten
der Landwirtschaftlichen Hochschule Bonn-Poppelsdorf
Direktor: Prof. Dr. E. Schaffnit.

Über Rassenbildung parasitischer Pilze
unter besonderer Berücksichtigung von Colletotrichum Lindemuthianum (Sacc. et Magn.) Bri. et Cav. in Deutschland.

Inaugural-Dissertation

IMPERIAL MYCOLOGICAL
28 NOV 1938
INSTITUTE

zur

Erlangung der Würde eines Doktors der Landwirtschaft,

genehmigt vom Senat der

Landwirtschaftlichen Hochschule Bonn-Poppelsdorf.

Vorgelegt

von

Diplomlandwirt **Alois Budde**
aus Herbern (Westf.)

Dessau 1928.

Anhaltische Buchdruckerei Gutenberg, G. Zichäus.

Referent: Prof. Dr. E. Schaffnit.
Korreferent: Prof. Dr. M. Koernicke.

Sonderabdruck aus: „Forschungen auf dem Gebiet der Pflanzenkrankheiten und der Immunität im Pflanzenreich". Heft 5. Verlag Paul Parey-Berlin.

Ueber Rassenbildung parasitischer Pilze unter besonderer Berücksichtigung von Colletotrichum Lindemuthianum (Sacc. et Magn.) Bri. et Cav. in Deutschland.

Von

Alois Budde.

Mit 2 Abbildungen.

Einleitung.

In den früher im Institut für Pflanzenkrankheiten ausgeführten Arbeiten über Colletotrichum Lindemuthianum (Schaffnit und Böning 1925 und 1926) sind bereits die Ergebnisse amerikanischer Untersuchungen über Rassenbildung bei diesem Pilz erörtert und nachgeprüft worden. Diese Nachprüfung ergab die Richtigkeit der amerikanischen Befunde. Gleichzeitig wurde aus allen Teilen Deutschlands und aus einigen Nachbarländern Material für Untersuchungszwecke zusammengetragen, da wohl auch für Europa mit der Variabilität des Pilzes in biologischer Hinsicht zu rechnen war. Die Bearbeitung dieses Materials habe ich auf Veranlassung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor Schaffnits, übernommen. Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Schaffnit auch an dieser Stelle für die Anregungen und Ratschläge, die er mir zur Förderung meiner Untersuchungen zuteil werden ließ, vielmals zu danken.

Die folgenden Seiten bringen zunächst eine Literaturzusammenstellung über die Frage der Rassenbildung bei parasitischen Pilzen im allgemeinen, dann folgt die Spezialliteratur über Colletotrichum, daran schließen sich Ausführungen über die Ursachen der Rassenbildung und die Ergebnisse meiner eigenen variationsstatistischen Untersuchungen.

Von den hergestellten 49 Reinkulturen wurden bereits einige durch Dr. ten Doornkaat bei seinen Arbeiten über die Züchtung von Bohnen auf Immunität gegen den Brennfleckenerreger geprüft.

Von den aus den Reinkulturen isolierten biologischen Rassen wurde je eine Kultur der Sammlung des phytopathologischen Laboratoriums „Willie Commelin Scholten“ in Baarn (Holland) überwiesen.

I. Über Rassenbildung parasitischer Pilze.

Der Speziesbegriff im Pflanzenreich hat in den letzten Jahrzehnten auf Grund exakter Formvergleichung und eingehender Kulturexperimente

mannigfache Veränderungen erfahren. Die Art als systematische Grundeinheit zerfällt oft in die verschiedensten Unterarten, Formen und Rassen mit allen möglichen Übergängen. Jordan (1864/73) z. B. zeigte in klassischer Weise an Erophila verna, Buser (1905) an Alchemilla, wie die alten Arten immer weiter zerlegt und aufgespalten werden. Innerhalb der Kleinarten, Varietäten oder Rassen, wie man die Unterabteilungen der Arten nennen will, sind bei den Selbstbefruchtern wieder Linien zu unterscheiden, deren Abgrenzung infolge modifikativer Veränderungen mitunter nicht möglich ist. Unter dem Einfluß des Schattens verändern beispielsweise Pflanzen der rotblühenden Linie von Antirrhinum majus in kurzer Zeit ihre Blütenfarbe so, daß sie kaum von Pflanzen der rosablühenden Linie unterschieden werden können. In diesem Falle handelt es sich um Individuen, deren Ähnlichkeit allein durch die Umwelt hervorgerufen ist, eine Erscheinung, die man als perithetisch (Riede 1927) oder umweltbedingt aufzufassen hat.

Es läßt sich aber auch nicht immer sagen, ob diese oder jene Pflanze zu dieser oder jener Art oder Varietät zu rechnen ist. Es gibt alle möglichen Übergänge, und so ist es oft Sache des Geschmacks, ob man diese oder jene Pflanze zu einer Art, Kleinart oder Varietät rechnen will und wie man einen bestimmten Formenkreis umgrenzen will.

Noch schwieriger als bei den Phanerogamen gestalten sich die Verhältnisse bei niederen Pflanzen, wie den parasitischen Pilzen. Ihre systematische Einordnung auf Grund von abweichenden äußeren Merkmalen läßt sich oft infolge des Fehlens solcher oder zum mindesten nicht wahrnehmbarer morphologischer Unterschiede kaum durchführen.

Das Studium der parasitischen Pilze ist in den letzten Jahrzehnten immer mehr Arbeitsgebiet der angewandten Botanik geworden, und deren Interesse gilt weniger systematischen Studien als der Erforschung der biologischen Verhältnisse.

Ein Ergebnis der Vertiefung der Forschung in biologischer Richtung aber war, daß manche Autoren der Gliederung der Arten im Rahmen des Pilzsystems, abweichend von dem bisherigen Verfahren, auch biologische Gesichtspunkte zugrunde legten.

So kommt es, daß morphologisch gleiche oder scheinbar morphologisch gleiche, ein und derselben Art angehörige, nur in ihrer Wirtswahl sich verschieden verhaltende Pilze von den einzelnen Forschern je nach der Infektionsbreite[1]) des Pilzes verschieden benannt werden.

Dieser sieht in ihnen mehr neue Arten, biologische Spezies, jener betrachtet sie als mehr oder weniger abweichende Formen oder Unterarten. Klebahn (1892), der die Verhältnisse speziell bei vielen Rostpilzen untersuchte, nennt sie biologische Spezies. Auch Rostrup (1896)

[1]) Unter Infektionsbreite des Pilzes sei die Größe des von ihm befallenen Wirtspflanzenkreises verstanden.

spricht von biologischen Arten. Schröter (1893) bringt den Ausdruck „species sorores“ in Vorschlag, Hitchock und Carleton (1894) bezeichnen sie als „physiological species“. Bei dem hier in Frage kommenden, von den genannten Forschern untersuchten Material handelt es sich meist um parasitische Pilze, die trotz ihrer morphologischen Gleichheit in ihrer Wirtswahl ganz bedeutende Abweichungen aufweisen. Zur Aufstellung neuer Arten scheint um so mehr Berechtigung vorzuliegen, je weiter die Wirtspflanzen in dem natürlichen Verwandtschaftssystem voneinander entfernt sind. Morphologisch gleiche Pilze, die auf verschiedene Familien oder Gattungen spezialisiert sind, wie es beispielsweise bei den Peronosporaceen der Fall ist, verdienen eher in den Rang einer neuen Spezies erhoben zu werden als solche, die zum Teil nur in der Art oder sogar nur Varietäten- und Sortenauswahl ihrer Wirtspflanzen Abweichungen zeigen, wie z. B. die Rostpilze der Getreidearten.

Hier kann es sich in der Hauptsache nicht um Arten handeln, sondern um spezialisierte Formen, wie sie von Eriksson, Henning und Klebahn (1894, 1904) in ihren Arbeiten über die Rostpilze bezeichnet worden sind. Indes sahen wohl Eriksson und Henning schon die Möglichkeit einer weiteren Differenzierung innerhalb der Spezialformen voraus, wie das in folgenden Worten in ihrem grundlegenden Werk (1894) zum Ausdruck kommt. „Man hat hierbei (bei der Auswahl der Wirtspflanzen) unterschieden einerseits solche Parasiten, die auf einer großen Anzahl Pflanzen gedeihen, mögen diese nun Arten derselben Gattung, Gattungen derselben Familie oder Vertreter verschiedener Familien sein, und andrerseits solche, die ausschließlich an eine bestimmte Art, an eine bestimmte Varietät oder vielleicht an eine bestimmte Rasse gebunden sind.“

Zahlreiche Amerikaner konnten die Befunde Erikssons bestätigen. So berichten in den letzten Jahrzehnten unter anderen Hitchock und Carleton (1894), Carleton (1899/1904), Freeman und Johnson (1911), Johnson (1911), Stakman (1915), Stakman und Piemeisel (1917), Stakman und Levine (1922), Fraser (1922), Newton (1922), Levine (1923) eingehend über die verbreitetsten biologischen Formen von Puccinia graminis, und zwar nicht nur von solchen auf Getreidearten, sondern auch von solchen, die auf den verschiedensten Gräsern vorkommen.

Bei zahlreichen anderen Pilzen beobachtete man analoge Erscheinungen. Lüdi (1901) Literaturverzeichn. 22, studierte die Verhältnisse an Synchytrium Taraxaci, Steiner (1908) Literaturverzeichn. 22, bei Sphaerotheca Humuli, Stäger (1903) bei Claviceps purpurea, Eberhardt (1903) bei Cystopus candidus, Popta (1899) bei Protomyces macrosporus, Zillig (1921) bei Ustilago violacea, Gäumann (1918 und 1926) an Peronospera brassicae und Peronospora parasitica. Hammarlund (1925) durchforschte eingehend die Erysiphaceen und Phyllactineen in dieser Richtung und gelangte zu dem Resultat, daß von Erysiphe communis min-

destens 25 und von Phyllactinia guttata wenigstens 6 Spezialformen zu unterscheiden sind; alle haben ihren bestimmten Hauptwirt, sind aber gleichzeitig imstande, auch auf einigen anderen Arten schwache Infektionen hervorzurufen. Die Spezialisierung gilt nicht nur für die vegetativen Vermehrungsorgane, wie Neger (1902) vermutet hatte, sondern nach Untersuchungen von Marchal (1903) und Salmon (1905) auch für die höhere Fruchtform. Ebenfalls fand Kobel (1921) von Uromyces trifolii zwei morphologisch nicht unterscheidbare Formen, von welchen die erste Trifolium pratense, die zweite Trifolium ochroleucum zum Hauptwirt hatten. Beide Pilzformen vermochten auf Trifolium alpinum, arvense und squarrosum, überzugehen, Pflanzenarten, die also gemeinsame Wirte für beide Pilze bilden.

Bei den erwähnten Pilzformen erstreckt sich die Spezialisierung in der Hauptsache auf Wirtspflanzenarten. Nach den neuesten Untersuchungen aber kann man innerhalb ein und derselben Art des Parasiten Spezialformen unterscheiden, die in ihrer Virulenz[1]) auch hinsichtlich der Varietäten bezw. Sorten der Wirtspflanzenart erhebliche Abweichungen zeigten.

So zeigten Stakman und Piemeisel (1917) eine solche weitergehende Spezialisation von Puccinia graminis f. sp. tritici. Die Versuche wurden wiederholt nachgeprüft und erweitert [Stakman, Levine und Leach (1919), Levine und Stakman (1918), Stakman und Hoerner (1918), Stakman (1922), Stakman, Parker, Johnson und Piemeisel (1918)] mit dem Resultat, daß man wenigstens mit einer Anzahl von 37 Spezialformen oder Rassen, wie die Spezialformen dieser Art genannt werden, von Puccinia graminis f. sp. tritici zu rechnen hat, die sich in ihrer Pathogenität auf 12 verschiedenen Weizenvarietäten deutlich unterschieden.

Von Levine (1923) wurden auch einige Rassen von Puccinia graminis secalis und von Stakman und Bailey (1923) von Puccinia graminis avenae auf Roggen- bzw. Hafervarietäten nachgewiesen.

Hoerner wies 1919 das Vorkommen verschiedener Formen von Puccinia coronifera f. sp. avenae Erikss. nach.

Nach Untersuchungen von Hungerford und Owens (1923) scheinen von Puccinia glumarum f. sp. tritici zwei oder mehr Rassen zu existieren, was noch durch einwandfreie experimentelle Versuche zu bestätigen ist.

Bailey prüfte 1924 Puccinia graminis f. sp. avenae auf die Erscheinung der Rassenbildung und beschrieb auf Grund von vergleichenden Infektionsversuchen auf Varietäten von Avena strigosa, sativa, brevis, sterilis und orientalis fünf verschiedene Formen, die zum Teil auch in der Größe der Uredosporen nennenswerte Differenzen aufwiesen. Drei der ge-

[1]) Unter Virulenz sei die Summe der schädigenden Wirkungen verstanden, die ein Parasit auf den Wirtsorganismus ausübt. Virulenz, Pathogenität und Infektionsvermögen eines Pilzes sind als identische Begriffe aufzufassen.

fundenen Rassen stammten aus räumlich weit voneinander entfernten Distrikten Amerikas, eine stammte aus Schweden und eine aus Afrika. Gleichzeitig erwies sich nach Untersuchungen von Bailey (1922) die Annahme einiger Forscher, daß von Puccinia helianthi Spezialformen vorkommen, als richtig.

Mains und Jackson (1926) bewiesen durch zahlreiche Infektionsversuche, daß in Amerika, soweit die Versuche reichen, bei dem die Braunrostkrankheit des Weizens hervorrufenden Pilz Puccinia triticina Erikss. 12 physiologische Formen zu unterscheiden sind, die in ihrem biologischen Verhalten zahlreichen Weizenvarietäten gegenüber extreme Unterschiede aufweisen. Während beispielsweise 11 geprüfte Varietäten immun bzw. widerstandsfähig gegen Form 1 waren, waren nur 3 gegen Form 10 resistent. Es erwies sich keine Weizensorte gegenüber sämtlichen isolierten Stämmen als immun.

In allen Fällen blieben die nachgewiesenen neuen Formen von Puccinia graminis bei wiederholten Versuchen in ihren charakteristischen biologisch-parasitologischen Eigenschaften konstant.

Bei den Ustilagineen bilden ebenfalls Spezialisierungen keine Seltenheit.

Nachdem Melchers (1921) schon einige Jahre vorher auf Grund von Beobachtungen auf dem Felde die Vermutung ausgesprochen hatte, zeigten Christensen und Stakman (1926) an Ustilago zeae die außerordentlich große Variabilität des Pilzes in biologischer Hinsicht. Von 12 aus verschiedenen Distrikten Amerikas isolierten Kulturen wiesen 7 bedeutende Abweichungen in der Pathogenität auf. Daneben wurde bei Ustilago zeae die merkwürdige Beobachtung gemacht, daß der Pilz selbst auf künstlichem Nährboden eine erhebliche Variationstendenz zeigte. An mehreren Kulturen, die durch Brandsporenausstrich auf die Agarschicht in Petrischalen gewonnen waren, entstanden bei gleichförmiger Ausbreitung des Pilzes auf dem Nährsubstrat sectoriale Partien, die ein in ihrem Phänotypus von den übrigen Teilen der Kultur abweichendes Verhalten aufwiesen. Von diesen Stellen wurde vorsichtig abgeimpft und der so gewonnene Pilz in einer isolierten Kultur erneut zur Sporidien-Sprossung gebracht. Die Impfversuche auf Maispflanzen zeigten, daß die so gewonnenen Varianten auch in biologisch-pathologischer Hinsicht von der Ursprungskultur ein mehr oder weniger abweichendes Verhalten zeigten. Variant Ib war nahezu so pathogen wie die Ausgangskultur, VIa war etwas weniger pathogen als diese, während VIIIa, deren Ausgangsform den infektionskräftigsten Typ darstellte, seine Pathogenität fast völlig eingebüßt hatte. Die neuen Formen behielten ihre kulturelle und physiologische Verschiedenheit als konstantes Merkmal bei. Es handelt sich also nicht etwa um eine durch veränderte Ernährung abgeänderte Umweltbedingung (modifikative Beeinflussung), sondern um konstante Variationen. Einige Kulturen von Ustilago zeae waren durch eine besonders große

Variationstendenz ausgezeichnet. Der aus Isanthi erhaltene Pilz variierte beispielsweise sechsmal.

Wie Christensen (1922) nachwies, ist speziell die Erscheinung der Variation bei Helmintosporium sativum noch stärker ausgeprägt. Bei seinen Untersuchungen von 37 physiologischen Formen aus England, Australien, Ägypten, Serbien und vielen Orten der Vereinigten Staaten stellte sich heraus, daß die meisten in der Kultur variierten. Es traten keilförmige Zonen von verschieden großer Ausdehnung auf. Die aus diesen Zonen isolierten Stämme wichen biologisch in vielen Fällen von der Ausgangsform ab; in den meisten Fällen wiesen die Varianten verminderte Pathogenität auf; in einigen Fällen zeigte sich aber gerade das umgekehrte Verhältnis. Der Wechsel in der Infektionskraft dieses Parasiten erschwert wie auch bei Ustilago zeae in bedeutender Weise die Bekämpfung, soweit sie sich auf die Züchtung resistenter Sorten erstreckt.

Reed berichtet (1924) über Spezialisierung bei Ustilago avenae und Ustilago levis. Auch hier traten markante Unterschiede in dem Verhalten gegenüber verschiedenen Hafervarietäten zutage. Veränderungen in der künstlichen Kultur konnten nicht beobachtet werden. Es wurden Herkünfte von Ustilago avenae und Ustilago levis aus Missouri und Wales isoliert und geprüft.

Ustilago avenae aus Missouri rief an einigen amerikanischen Welsh-Varietäten von Avena sativa heftige Infektionen hervor, ebenso wurden von diesem Pilz Avena nuda var. inermis und gewisse Subspezies von Avena strigosa befallen.

Eine Rasse von Ustilago avenae aus Wales griff eine Anzahl von amerikanischen und Welsh-Varietäten von Avena sativa an. Diese Rasse unterschied sich in der Hauptsache von der vorigen durch ihr Verhalten gegen Avena nuda und Subspezies von Avena strigosa, die nicht infiziert wurden.

Ustilago levis aus Missouri ähnelte bis zu einem gewissen Grade Ustilago avenae aus der gleichen Gegend. Unterschiede der beiden Arten zeigten sich jedoch in dem wechselnden parasitologischen Verhalten gegenüber Avena brevis und Monarch und einigen anderen Varietäten.

Ustilago levis von Wales rief an Avena brevis und einigen Subspezies von Avena strigosa geringe Infektionen hervor, mit allen übrigen Varietäten wurden negative Resultate erhalten.

Faris (1924) entdeckte fünf verschiedene Rassen von Ustilago hordei. Zwei stammten aus derselben Gegend, die anderen aus entfernt von einander liegenden Distrikten Amerikas. Das Verhalten dieser fünf Rassen wurde an vier Varietäten von Hordeum vulgare (Napel, Hannchen, Summit, Texas Winter) geprüft. Extreme Unterschiede zeigten sich besonders bei den Pilzformen IV und V. So wurden Napel, Hannchen, Summit von der Spezialform V stark befallen, während Texas Winter immun blieb.

Die Pilzform IV jedoch vermochte Texas Winter stark anzugreifen, war dagegen gegenüber den anderen Varietäten nicht virulent.

Nach Rodenhiser (1926) zerfallen Ustilago nuda (Jens) K. u. S. und Ustilago tritici (Pers.) Rost. in zahlreiche Spezialformen, die in parasitologischer Hinsicht teilweise stärker voneinander differieren als Ustilago nuda von Ustilago tritici. Die Aufteilung von Ustilago segetum (Bull.) Ditt. in zwei neue Spezies beruht mehr auf physiologischen Daten als auf morphologischen Verhältnissen. Mit Recht erhob sie damals Jensen (1888), welcher sie zuerst erforschte, nicht in den Rang einer Spezies, sondern betrachtete sie als Varietäten unter dem Namen Ustilago segetum var. tritici und Ustilago segetum var. hordei nuda. Die zwischen Ustilago tritici und Ustilago nuda bestehenden Unterschiede sind vorwiegend im biologischen Verhalten der beiden Pilze zu suchen. Nach Untersuchungen von Appel und Riehm (1911) zeigen sie lediglich pathogene und kulturelle Unterschiede. Danach könnte man mit größerer Berechtigung, wie das auch bei Puccinia graminis geschehen ist, die beiden Spezies als Spezialformen betrachten. Rodenhiser (1926) wies nach, daß die Ähnlichkeit einiger Formen von Ustilago tritici und Ustilago nuda größer ist als die einiger Ustilago tritici-Formen untereinander. Das Material für die in Rede stehenden Untersuchungen stammte aus räumlich weit voneinander getrennten Gebieten. Inwieweit sich in der Pathogenität unter den verschiedenen Formen beider Pilzarten Abweichungen zeigen, ist noch nicht geklärt. Die Tatsache, daß einige Formen von Ustilago tritici kulturell solchen von Ustilago nuda sehr ähneln, läßt es nicht ausgeschlossen erscheinen, daß diese Formen auch imstande sind, Gerste zu infizieren. In der Tat haben Humphry und Tapke (1925) schon gezeigt, daß bestimmte Formen von Ustilago tritici auf Roggen überzugehen vermögen. Über diese Fragen werden gegenwärtig in Amerika noch Untersuchungen angestellt.

Rodenhiser und Stakman (1927) fanden bei Tilletia levis und Tilletia tritici mehrere abweichende Formen, die besonders ein unterschiedliches Verhalten in ihrer Virulenz auf Kota-, Marquis-Weizen und Einkorn zeigten. Von den verwendeten Pilzstämmen der Tilletia levis stammten je einer aus Minnesota, Italien, Ägypten und zwei aus zwei Orten von Ungarn. Bei den verschiedenen Pilzherkünften konnten drei physiologische Formen unterschieden werden, die aus Minnesota, die aus Ungarn und die aus Ägypten. Der italienische Stamm schien mit dem von Ägypten in naher Verwandtschaft zu stehen, wenn er auch an Marquis und Kota nur geringe Infektionen hervorrief.

Material von Tilletia tritici erhielten die Autoren aus Gegenden von Neuseeland, Ungarn, Norwegen, Schweden, Kanada, Minnesota, Kalifornien und Washington. Zwei markante Formen traten bei diesen Untersuchungen auf; eine sehr virulente von Norwegen und eine durch geringere Virulenz charakterisierte von Neuseeland.

Bei Tilletia levis und Tilletia tritici scheint die Variationsmöglichkeit und Spezialisierungstendenz nicht in dem Maße wie bei den oben genannten Ustilagineen ausgebildet zu sein. Verfasser untersuchten in der Hauptsache Pilze, die unter völlig abweichenden Klimaten gewachsen waren, ein Umstand, welcher an sich biologische Verschiedenheiten leicht als Ergebnis ökologischer Verhältnisse erklärt. Geringe Abweichungen konnten allerdings auch bei den beiden aus Ungarn erhaltenen Pilzen beobachtet werden.

Aus den vorausgegangenen Ausführungen geht hervor, daß in Nordamerika das Phaenomen der Spezialisierung bei den parasitischen Pilzen und in besonderem Maße bei den Rostpilzen Gegenstand eingehender Untersuchungen geworden ist. Für die Immunitätszüchtung besonders für das Getreiderostproblem bilden die Resultate die Grundlage, auf welcher ein erfolgreiches Arbeiten möglich ist, wenn auch naturgemäß das Problem durch die Existenz der vielen Rassen weitgehend erschwert wird. Man hat z. B. feststellen können, daß es möglich ist, durch Kreuzung beispielsweise zweier verschiedener Getreidesorten, die gegenüber zwei biologisch ungleichen Pilzformen entgegengesetzt reagieren, einen neuen Stamm hervorzubringen, der gegen beide Pilzrassen widerstandsfähig ist. Jedoch hinsichtlich der mannigfachen schon vorhandenen, vielleicht immer neu entstehenden Pilzformen und der Tatsache, daß nicht die Resistenz gegen Krankheiten allein den Kulturwert einer Getreidevarietät bestimmt, sind wir von der Lösung der Getreiderostfrage noch sehr weit entfernt.

Bevor wir uns der Betrachtung der Ursachen der Rassebildung zuwenden, sei über den Begriff Rasse und den diesem in der Literatur oft gleichgesetzten Begriff Biotyp einiges ausgeführt.

Diese letzte Bezeichnung ist von ten Doornkaat in seiner Arbeit „Die Brennfleckenkrankheit der Gartenbohne im Lichte der Vererbung“ gewählt worden. Wenn ich mich für den Begriff „Rasse“ entscheide, so geschieht dies aus folgenden Erwägungen.

Unter den Begriff „Rasse“ fallen jene parasitischen Pilzformen, welche sich innerhalb der Art des betreffenden Pilzes durch spezifische genotypisch bedingte Eigenschaften voneinander unterscheiden lassen. Die Verschiedenheiten im biologisch-parasitologischen Verhalten und die dadurch bedingte Spanne der Abweichungen in der Wirtswahl ist nicht so groß, daß man zur Aufstellung einer neuen Art berechtigt wäre. Der Begriff Rasse erstreckt sich nicht auf Pilzvarianten, deren Besonderheiten lediglich durch Umweltfaktoren (Modifikationen) hervorgerufen sind; Rassen sind stets durch genotypische, also erbliche Merkmale gekennzeichnet.

Rassen nur vegetativ sich fortpflanzender parasitischer Pilze kann man mit Sorten selbstbefruchtender Kulturpflanzen vergleichen. Sorten und Rassen setzen sich zusammen aus Individuen, deren Anlagekomplex aber nicht völlig identisch ist. Innerhalb der Rasse oder Sorte unterscheidet man als letzte Einheiten Kleinformen, die auch als Linien, Biotypen, Geno-

typen oder Lebenstypen bezeichnet werden. Biotypen sind also Individuen völlig einheitlicher Erbmasse.

Zwecks Untersuchung des biologisch-parasitologischen Verhaltens mehrerer Pilzherkünfte (Pilze ein und derselben Art) kann man ausgehen von Reinkulturen, die gewonnen werden:

1. aus einer Spore,
2. aus mehreren Sporen.

Stellt sich bei der Prüfung einer Einsporenkultur ein vom Normaltyp des Pilzes abweichendes Verhalten heraus, so kann man von einem besonderen Biotyp des betreffenden Pilzes sprechen.

Ein biologischer Pilzvariant, der aus einer Mehrsporenkultur gezogen wurde, kann jedoch aus Individuen ungleicher Erbmasse zusammengesetzt sein. Hier kann es sich um eine Population handeln, in welcher mehrere Biotypen nebeneinander vorkommen können.

In meinen variationsstatistischen Untersuchungen von Colletotrichum Lindemuthianum wurden die Reinkulturen nach der zweiten Methode gewonnen. Demnach möchte ich die in der Pathogenität abweichenden Formen als „Rassen" bezeichnen.

Die Ursache der Rassenbildung bei parasitischen Pilzen ist heute noch völlig ungeklärt. Im Laufe der letzten Jahrzehnte sind die verschiedensten Theorien aufgestellt worden, die teils der experimentellen Grundlage entbehrten, teils, wenn sie auf Versuchen aufgebaut waren, widerlegt wurden. Rostrup (1896), Literaturverzeichn. Nr. 22, ist der Meinung, daß die Differenzierung durch weitgehende Anpassung zu erklären sei. Er sagt: „Die Entstehung neuer Formen, Rassen und Arten, oder wie man die Kategorien nun nennen will, erfolgt bei diesen (den Parasiten) schneller und häufiger als bei den nicht parasitischen Pflanzen . . . Ich bin der Ansicht, daß die Ursache hierzu in dem Einfluß zu suchen ist, den die verschiedenen Wirtspflanzen auf Grund ihres anatomischen Baues, ihres Nahrungsgehaltes usw. auf den Parasiten ausüben, sodaß dieser, wenn er sich zufällig auf einer neuen Art oder Varietät der Wirtspflanze niederläßt, sich an die neuen Verhältnisse accomodiert. So gewöhnt er sich allmählich im Verlaufe einer Reihe von Generationen an diese und erwirbt gleichzeitig gewisse morphologische Eigentümlichkeiten . . . Ist ein Pilz stark parasitärer Natur, hängt er also völlig von der Wirtspflanze ab, so scheinen sich auch sicherer und schneller neue Formen und Rassen zu bilden. Dadurch, daß der Pilz im Laufe der Zeit auf Arten und Varietäten der Wirtspflanze überführt wird, entstehen vielleicht neue Rassen der Pilze[1]).

H. M. Ward (1903) fand, daß Braunrost Puccinia dispersa Erikss., den er von einer Bromus-Art gewann, erst dann auf eine dritte Spezies

[1]) Deutsche Übersetzung. Siehe Hammarlund, Zur Genetik einiger Erysiphaceen. S. 47. 1925.

überging, wenn er erfolgreich eine zweite Spezies als Zwischenwirt infiziert hatte. Diese scheinbar das Bindeglied bildende Pflanze, welche die Fähigkeit hatte, die Virulenz des Pilzes zu erhöhen, zum mindesten zu verändern, nannte er Brückenspezies (bridging species). Hatte der Rost die betreffende sonst immune Pflanze auf dem Wege über die Brückenspezies nun einmal befallen, so behielt er seine ihm eigene Infektionsfähigkeit bei, woraus geschlossen wurde, daß es sich nicht etwa um Fluktuationen handelte, sondern um genotypische Veränderungen. Freeman und Johnson (1911) arbeiteten vorwiegend mit Hordeum vulgare als Brückenspezies und kamen zu ähnlichen Resultaten. Beide Forscher sprechen in erhöhtem Maße der Gerste die Fähigkeit zu, an der Bildung der auf diesem Wege neu entstandenen Formen mitzuwirken. Die genannten Forscher weisen besonders auf den Stengelrost der Gerste hin, der von allen biologischen Formen des Getreiderostes die größte Infektionsspanne besitzt. Sie leiten diese Eigenschaft letzten Endes nur auf den spezifischen Einfluß der Gerste zurück. Der Übergang eines anderen Stengelrostes auf Hordeum sei nicht schwer und erhöhe die Infektionsspanne des betreffenden Krankheitserregers.

Ebenso benutzte Johnson (1911) zu Infektionsversuchen mit Timotheerost Avena sativa als Brückenwirt und es gelang mit dessen Hilfe, ihn in zehn Versuchen viermal auf Hordeum vulgare überzuführen, mit Festuca elatior als Brückenspezies gelang die gleiche Infektion in zehn Versuchen nur zweimal und die Übertragung auf Triticum vulgare nur einmal. Pole Evans (Literaturverzeichnis Nr. 63) stellte zwar fest, daß Weizenhybriden als Brückenspezies dienen könnten, insofern sie Puccinia graminis von dem empfänglichen Elter befähigten, auf den sonst immunen Elter überzugehen.

Arthur (1910) legt selbst Berberis vulgaris bei Puccinia poculiformis die Eigenschaft einer Brückenspezies bei. Bolley und Pritchard (1906) erblickten in der Berberitze mehr eine fördernde Funktion der Vitalität des Parasiten, ohne an einen Brückenwirt zu denken.

Eriksson, v. Jaczewki, Freeman, Johnson und Stakman (Literatur vgl. Nr. 63) konnten aber weder einen verändernden noch virulenzfördernden Einfluß der Berberitze auf Puccininia konstatieren.

Eingehend wurde in vierjährigen Versuchen von Stakman (1918) die Frage der Brückenspezies untersucht. Fünf biologische Formen wurden in wiederholter Weise bei sorgfältigster Verwahrung von Fremdinfektionen auf den verschiedensten, von früheren Forschern angegebenen Brückenspezies geprüft. Als Resultat stellte er die Tatsache fest, daß die Puccineen sich in keiner Weise experimentell auf diesem Wege verändern lassen. Die Existenz der sogenannten Brückenspezies ist nach seinen Versuchen durchaus zweifelhaft. Wo in einzelnen Fällen eine scheinbar veränderte Rasse nach dem Passieren seiner Brückenspezies auftrat, war diese Er-

scheinung, wie die verschiedensten reciproken Infektionen zeigten, das Resultat einer Verunreinigung des untersuchten Pilzstammes. Statt einer einheitlichen Form handelte es sich in solchen Fällen um ein Gemisch von zwei oder mehreren Pilzstämmen. Waren diese nach einigen Infektionen auf mehreren Wirtspflanzenarten isoliert, so konnte festgestellt werden, daß die Pilze selbst unter den verschiedensten Einflüssen der Wirtspflanze, soweit diese empfänglich war, sowohl in morphologischer als auch in physiologischer Beziehung völlig konstant blieben.

Auch Hammarlund ist der Ansicht, daß die Entstehung von Rassen bei parasitischen Pilzen durch Anpassung (die Bildung von Rassen durch sogenannte Brückenspezies ist ein spezieller Fall) sich nicht nachweisen läßt. Erysibe graminis f. sp. tritici versuchte er durch zahlreiche Infektionen an Hordeum europaeum und Hordeum vulgare zu gewöhnen, was aber in keinem Falle gelang, obwohl dem Pilz die bestmöglichen Entwicklungsbedingungen geboten waren. Versuche von Eriksson (1903), Massee (1904) (Literaturv. 22) und Killian (1921), welche für eine Anpassung des Parasiten an neue Wirtspflanzen sprechen, erklärt Hammarlund als eine gewöhnliche Modifikationserscheinung, deren Sonderheiten nur auf Grund von verschiedenen Kulturbedingungen auftreten.

Paul Magnus (1898) nimmt an, daß sich die Pilze nicht spezialisiert, also ihre Infektionslatitüde im Laufe der Zeit eingeschränkt haben, sondern umgekehrt, daß die Pilze früher in erhöhtem Maße den einzelnen Wirtspflanzen angepaßt waren und erst allmählich ihren Infektionskreis vergrößert haben. E. Fischer (1898) denkt an die Accomodationsmöglichkeit der Pilze, wenn er meint, daß die Uredineen ursprünglich plurivor waren und sich dann spezialisiert haben. In einer späteren Arbeit stellt E. Fischer (1908) folgende Spezialisierungsmöglichkeiten der Pilze auf:

„1. Extension de cercle primitif des plantes hospitalières, a) par mutation du parasite, b) par un changement de la sensibilité de l'hôte.

2. Reduction du cercle primitif des plantes hospitalières, a) le parasite s'habitue peu à peu des hôtes specifiques à la suite d'emplantations successives sur le même hôte, b) séparation d'une espèce de la plante hospitalière en petites espèces biologiques."

Andere Forscher vertreten den gleichen Gedanken. So meint Kobel (1921), eine Veränderung im Chemismus des Pilzes habe sogleich eine Änderung in der Wirtswahl zur Folge, also die Bildung einer neuen Spezialform. Von dieser aus sei der Schritt zu einer neuen, durch abweichende Merkmale gekennzeichneten Art kein großer und kaum mehr prinzipieller Natur.

Zusammenfassend kann man aus diesen Ausführungen schließen, daß folgende Variationsmöglichkeiten gegeben sind: die Adaptation und die Mutation. Inwieweit die einzelnen Möglichkeiten für die Pilzarten in Frage kommen, hängt von der individuellen Beschaffenheit des Pilzes

selbst ab. Eigene mit Coll. L. gemachte Versuche sprechen mehr für die Annahme von Stakman und Hammarlund, wonach die verschiedenen Pilzformen in keiner Weise der allmählichen Anpassung an die entsprechenden Wirtspflanzenarten oder -sorten ihre Entstehung verdanken. In keinem Falle gelang es, den Stamm X durch nachfolgende Überimpfung von hochanfälligen Pflanzen, beginnend auf dem Wege über weniger anfällige Individuen, allmählich an resistente Pflanzensorten zu gewöhnen.

Nach Versuchen von Christensen und Stakman (siehe S. 116) lassen besonders Brandpilze in der Kultur konstante Variationen erkennen. Ob wir es in allen Fällen bei solchen Erscheinungen im Pilzreiche mit Mutationen zu tun haben, ist nicht sichergestellt. Es ist auch an die Möglichkeit einer Neukombination zu denken. Arbeiten von Kniep (1926) und Zattler (1924) zeigen, daß bei manchen Pilzen durch künstliche Kopulation phänotypisch abweichende Formen entstehen können. Wenn es somit schon auf experimentellem Wege gelungen ist, durch Bastardierung bei einigen Pilzen erfolgreiche Resultate zu erzielen, so liegt die Vermutung nahe, daß auch die Natur sich dieses Mittels bedient und auf dem Wege der Kombination neue Rassen bildet, die auch in ihren biologisch-parasitologischen Eigenschaften von den Ausgangsformen abweichen. Inwieweit aber die Bastardierung bei parasitischen Pilzen Anteil an der Neubildung von sogenannten Spezialformen hat, kann erst dann gelöst werden, wenn wir genauere Kenntnis über die Geschlechtsverhältnisse dieser Organismen gewonnen haben.

II. Über die Rassenbildung bei Colletotrichum Lindemuthianum.

Wie wir aus einem der vorausgegangenen Kapitel ersehen haben, ist die Frage der Rassenbildung bis jetzt nur in den Vereinigten Staaten von Nordamerika in größerem Maße bearbeitet worden, und so wurden auch Untersuchungen in dieser Richtung über den Erreger der Brennfleckenkrankheit (Colletotrichum Lindemuthianum) zuerst in den Vereinigten Staaten von Nordamerika durch Barrus ausgeführt. Bei den Prüfungen bezüglich der Feststellung der Resistenz von einzelnen Bohnensorten der Art Phaseolus vulgaris var. nanus fiel dem genannten Forscher die Tatsache auf, daß dieselben Sorten gegenüber den Pilzen verschiedener Herkunft ein ungleiches Verhalten aufwiesen. Bei wiederholten Infektionsversuchen im Gewächshaus und freien Feld zeigte es sich, daß sich die von ihm untersuchten 15 Pilze verschiedener Herkunft, aus denen Reinkulturen isoliert waren, in zwei Gruppen einordnen ließen. Demnach stellte der Autor zwei Formen von Colletotrichum Lindemuthianum auf, von denen er den einen mit α, den anderen mit β bezeichnete. Kulturelle und morphologische Verschiedenheiten einzelner Pilzorgane wurden nicht beobachtet. In ihrer Pathogenität verhielten sie sich so, daß beide Rassen gemeinsam eine Gruppe von Bohnenvarietäten angriffen, gegenüber anderen

Varietäten sich aber im Infektionsvermögen überhaupt oder im Grad des Befalls unterschieden. Nur wenige Bohnensorten blieben von beiden Pilzen völlig verschont.

Edgerton und Moreland fanden (1916) drei weitere Stämme von Colletotrichum Lindemuthianum.

Ebenso isolierte Burkholder (1923) aus mehreren Herkünften des genannten Pilzes noch einen dritten biologischen Stamm, den er im Anschluß an die Ergebnisse von Barrus mit γ bezeichnete. Dieser Pilz verhielt sich in der Wirtswahl völlig abweichend von α, schien aber mit dem Stamm β in manchen Punkten biologische Ähnlichkeit zu haben, weshalb er vom Verfasser als spontane Mutation von β aufgefaßt wurde. Zum Beweise, daß es sich dabei nicht etwa um eine Modifikation von β handelte, zog Burkholder zum Vergleich die verschiedensten Kulturen von β heran, infizierte mit ihnen dieselben Bohnensorten unter gleich günstigen Außenbedingungen, wobei er zu dem Ergebnis kam, daß Stamm γ wohl dem Stamm β ähnlicher war als dem Stamm α, aber doch in anderer Hinsicht auch von ihm abwich. Ob Stamm γ wirklich eine Mutation von β ist, kann trotz gewisser Ähnlichkeiten mit β nicht behauptet werden. Die Variationsmöglichkeiten bei gewissen parasitischen Pilzen sind so groß, wie Ustilago zeae und Helminthosporium sativum zur Genüge zeigen, daß er mit dem gleichen Recht als eine Variation von α aufgefaßt werden kann.

Gleichzeitig studiert Leach (1923) die Frage der Rassenbildung von Coll. L. In den Versuchen benutzte er wie Barrus 15 Reinkulturen, die er von kranken Hülsen verschiedener Herkunft gewonnen hatte. Den Prüfungen legte er 14 Bohnensorten zugrunde. 7 Pilzherkünfte verhielten sich ungefähr gleichartig, während bei 8 Herkünften biologische Abweichungen auftraten, die den Verfasser veranlassen, besondere Formen aufzustellen. Inwieweit die neuen Rassen den von Burkholder und Barrus gefundenen ähnlich oder mit diesen identisch sind, konnte nicht festgestellt werden, da Leach seinen Versuchen andere Bohnenvarietäten zugrunde gelegt hatte.

In Deutschland wurden die amerikanischen Pilze α, β, x_2, x_4, x_8 von Böning (1926) in den Jahren 1922—1926 nachgeprüft. Die Versuche bewiesen, daß es sich bei den in Amerika gefundenen Stämmen nicht etwa um Modifikationen handelte, die nur unter den dortigen klimatischen Verhältnissen auftraten, sondern daß sich die Verschiedenheit in der Wirtswahl der Pilze als ein konstantes Merkmal zu erkennen gab, also unabhängig von klimatischen Faktoren genotypisch bedingt ist. Minimale Abweichungen traten allerdings auf, die jedoch in der Sortenunreinheit des geprüften Bohnenmaterials zu suchen waren und das Bild nicht störten. Außerdem konnte keine Identität mit dem Bonner Pilzstamm und einem der amerikanischen Stämme festgestellt werden. (Böning 1926.) Aus dem der Böning'schen Publikation im Jahre 1926 vorausgegangenen Vorwort von

Schaffnit geht hervor, daß das Rassenproblem schon seit Jahren in Bonn verfolgt wird, daß es aber nicht möglich war, bis zum Abschluß der großen Monographie über die Brennfleckenkrankheit im Jahre 1924 ein endgültiges Urteil zu fällen (Schaffnit: Forschungen auf d. Geb. d. Pflk. und d. i. Pflr. Heft 2, S. 3, 1926).

Inzwischen wurde das Problem auch in Holland von C. H. Muller in Angriff genommen. Sporenmaterial zur Infektion lieferten Reinkulturen, die von kranken Bohnenhülsen (Phaseolus vulgaris var. nanus) aus drei verschiedenen Gegenden Hollands stammten. Die Untersuchungen des Autors ergaben, daß mindestens vier verschiedene Stämme von Colletotrichum Lindemuthianum in Holland zu unterscheiden sind, von denen zwei aus der gleichen Gegend (Zeeland) stammten. Der Umfang des Herkunftsmaterials geht aus der Publikation nicht hervor. Als Wirtspflanzen benutzte Muller die gleichen Bohnensorten, die Barrus und Burkholder in Amerika ihren Untersuchungen zu Grunde gelegt hatten, woraus er schließen konnte, daß die bisher in Amerika gefundenen Stämme in keiner Weise mit den holländischen identisch waren. Außer der Verschiedenheit in der Wirtswahl wurden noch einige morphologische und physiologische Unterschiede festgestellt, die sich in verschiedener Wachstumsintensität, in der mehr oder weniger starken Bildung von Lufthyphen, in der Zeit der Braun- bezw. Schwarzfärbung des Myzels äußerten.

Anschließend sei noch erwähnt, daß der Verfasser bei älteren Kulturen von besonders hoher Infektionsfähigkeit ballenförmige Körper beobachtete, die am Grunde von inhaltlosen braungefärbten Stellen umgeben waren. Nach genauer mikroskopischer Untersuchung zeigten die Körper folgendes Bild: Die Form war birnenförmig; an der Wandung, die aus weitlumigen braun-gelbgefärbten Zellen bestand, lag ein enganschließendes Gewebe von ungefähr gleich weitlaufenden Myzelfäden. Das Ganze umschloß eine Höhlung, in welcher Hyphen von der Gestalt junger Asci emporragten. Die Form dieser Hyphen war zylinderförmig. Die Gebilde waren völlig verschieden von Pykniden und Pseudopykniden; es fehlten die Pyknosporen. Der Autor vertritt die Ansicht, daß es sich hier um junge Perithecien handelt, die ihr weiteres Wachstum eingestellt haben, zumal er in einigen Fällen sogar 2 bis 8 Kerne in den ascusähnlichen Hyphen beobachtet haben will. Außer dem Alter der Kulturen schienen die Lichtverhältnisse Einfluß auf die Bildung der Perithecien ähnlichen Körper („peritheciumachtige lichamen") zu haben. Bei einem vom Dunkel ins Helle gebrachten Pilz wurde die Bildung der ascogenen Form („ascogene vorm") gefördert. Auch noch andere Faktoren schienen günstig zu wirken. In einem Falle bildeten sich in einer Kultur, in welche zufällig ein Holzsplitter gekommen war, besonders reichlich die perithecienartigen Körper aus. Warum der Pilz bei der Bildung von Perithecien plötzlich sein Wachstum einstellt, bleibt unbekannt. Es ist deshalb nach

Ansicht des Verfassers nicht sicher, daß es sich um die Ascusform des Parasiten gehandelt hat.

Nach jahrelangen Untersuchungen von Schaffnit (1925) und der bei dem Autor zitierten Literatur ist es höchst zweifelhaft, ob der Pilz in Deutschland noch befähigt ist, Perithecien zu bilden. Ebenso konnte ich an überwinterten, unter dem Schnee begrabenen Bohnenhülsen im Frühjahr niemals Fruchtkörper entdecken.

Auch bei den 45 von mir geprüften Pilzstämmen deutscher Herkunft wurden selbst unter den verschiedensten Kulturbedingungen keine Perithecien beobachtet.

III. Untersuchungen über das Vorkommen von Rassen bei Colletotrichum Lindemuthianum in Deutschland.

1926 fiel mir die Aufgabe zu, das letzte in den Jahren 1924—26 gesammelte Material von brennfleckigen Bohnenhülsen zu untersuchen, um festzustellen, wie die Verhältnisse in bezug auf Rassenbildung in Deutschland liegen. Daneben gelangten noch drei ausländische mir von Herrn Professor Schaffnit überlassene Herkünfte zur Untersuchung. Wie die folgende Übersicht zeigt, wurden die Versuche auf ein umfangreiches Untersuchungsmaterial ausgedehnt. Es stammte aus folgenden Orten:

a) Deutsche Herkünfte.

Nr.	Ort	Bohnensorte
1	Altenburg	Unbekannt
2	Aschersleben	Braune Brech
3	Berlin	Unbekannt
4	Bremen	Hinrichs Riesen
5	Breslau	Grünschotige Brech
6	Calbe	Kaiser Wilhelm
7	„	Hinrichs Riesen
8	„	Alpha
9	„	Ilsenburger Weiße
10	„	Holsteiner
11	„	Stofferts Perl-Wachs
12	Durlach	Wachsbohne
13	Eggenstein	Goldschwert
14	„	Hinrichs Riesen
15	Forst	Sachsa fadenlos
16	Freiburg	Hinrichs Riesen
17	Freienwalde	Unbekannt
18	Godesberg	Unbekannt
19	Gotha	Unbekannt
20	Göttingen	Unbekannt
21	Halle	Ilsenburger Weiße
22	Hamburg	Glasperle
23	„	Unbekannt
24	Herbern	Unbekannt
25	Hohenheim	Unbekannt
26	Lemgo	Hinrichs Riesen
27	Liegnitz	Wachs Flageolett

Nr.	Ort	Bohnensorte
28	Lübeck	Hinrichs Riesen ohne Fäden
29	Margrabowa	Unbekannt
30	Michendorf	Unbekannt
31	Muffendorf	Unbekannt
32	Naumburg	Unbekannt
33	Oldenburg	Ostfriesische Sackbohne
34	Oranienburg	Hinrichs Riesen
35	„	Zuckerbrech
36	Potsdam	Saxonia
37	Proskau	Stuttgarter Allerfrüheste
38	„	Diamant
39	Quedlinburg	Unbekannt
40	Saalfeld	Unbekannt
41	Schöningen	Unbekannt
42	Stade	Ilsenburger Weiße
43	Starnberg	Unbekannt
44	Steilshoop	Unbekannt
45	„	Goldschwert
46	Stuttgart	Beste von Allen

b) Ausländische Herkünfte.

47 Weibullsholm 3a
48 Alnarp 3b
49 Loosduinen bei Amsterdam. L.

Zur Herstellung von Reinkulturen wurden die Sporen jeweils aus dem Lager auf Agarplatten oder in Kulturröhrchen, die mit Bohnenabkochung hergestellt waren, übertragen und von hier nach wiederholter Myzelüberimpfung auf sterilisierten Bohnenfruchtstücken erneut zur Konidienbildung gebracht.

Bereitete die Isolierung der Konidien aus den Brennflecken mitunter infolge der Verunreinigungen des Materials während des Bahntransportes mit Fäulniserregern Schwierigkeiten, so konnte ich verschiedene Kulturen noch spät im Winter auf eine andere bedeutend einfachere Weise gewinnen. Von kranken Bohnensamen, an welchen der Pilz als Dauermyzel überwintert, wurde in der Impfkabine des Instituts[1]) vorsichtig die Samenschale gelöst und von dem mit dem Pilzmyzel durchwucherten Cotyledonengewebe mit einem sterilisierten Rasiermesser etwas abgenommen und in einen Agartropfen gebracht. Das Myzel erwachte nach einigen Tagen aus seinem Dauerzustand und entwickelte sich lebhaft. Erwies sich die hier entstandene Kultur unter dem Mikroskop als rein, so wurde mit der Platinnadel auf Bohnenagar etwas Myzel übertragen. Auf diese Weise gewann ich relativ schnell und einfach eine Reinkultur. Die Gefahr einer Verunreinigung war bei diesem Verfahren bedeutend geringer. Zur Auf-

[1]) Näheres über diese vergl. Schaffnit: Das neue Institut für Pflanzenkrankheiten der Landwirtschaftlichen Hochschule Bonn-Poppelsdorf. Forsch. a. d. Geb. d. Pfl. u. d. Imm. i. Pflzr. Jena 1927, H. 4, S. 7/8.

bewahrung der verschiedenen Stämme des Krankheitserregers wurden Dauerkulturen durch Überimpfen auf Biomalzagar (1 % Biomalz, 1,5 % Agar-Agar) angelegt. Nach Beimpfung dieses Nährbodens hielt ich die Kulturen 12 Tage bei einer Temperatur von 16 bis 18°. Das Myzel hatte sich in dieser Zeit nach stromartiger Verflechtung der Hyphen schwarz gefärbt, ohne daß es zur Konidienabschnürung gekommen wäre. Darauf kamen die Kulturen in einen Kühlraum, in welchem der Pilz sein Wachstum einstellte und in einen Dauerzustand, wie er an den infizierten Samen zu konstatieren ist, überging. Zur Gewinnung des für die Impfversuche nötigen Sporenmaterials brachte ich jeweils etwas Myzel von den Dauerkulturen auf einen für die Fruktifikation geeigneten Nährboden (meistens sterilisierte Bohnenhülsen) und erhielt so in einigen Tagen unter günstigen Temperaturverhältnissen (20 bis 22° C) bei hinreichender Feuchtigkeit eine Menge von Sporen, die zu hohem Prozentsatz keimfähig waren.

Zur Prüfung des biologischen Verhaltens der von 49 Herkünften gewonnenen Pilzstämme wurde nach zwei Methoden vorgegangen. Einmal wurden halb erwachsene Bohnenhülsen von 20 Handelssorten in kubischen Kästen[1]) von $^1/_8$ ecm Inhalt (aus Zink mit Glaswänden) auf Holzstellagen gebracht. Jede mit einer Bezeichnung versehene Bohnenhülse wurde an vier Stellen mit einer Sporenaufschwemmung des betreffenden Stammes von Colletotrichum Lindemuthianum beimpft. Diese monatelang durchgeführten Versuche lieferten in der Mehrzahl leider keine brauchbaren Ergebnisse. Der Grund war in erster Linie darin zu suchen, daß im Herbste 1926 die Botrytis cinerea äußerst stark auftrat; die meisten Hülsen waren, wenn sie vom Felde kamen, schon mit Sporen dieses Parasiten infiziert. Gelangten die Hülsen nun in die feuchtwarmen Kästen, so entwickelte sich die Botrytis meist zuerst an den Wundstellen unter Konidienbildung derartig schnell, daß in etwa fünf bis sechs Tagen die ganze Hülse verseucht war und Colletotrichum nicht zur Entwicklung kam oder doch nur so schwach, daß eine regelrechte Kontrolle illusorisch wurde. Es gelang auch nicht, die Hülsen durch Behandlung mit geeigneten Desinfektionsmitteln in ausreichendem Maße oberflächlich zu sterilisieren.

Der zweite eingeschlagene Weg war die Infektion noch junger Pflanzen. Diese Methode ergab einwandfreie Resultate. Auf diese Weise wurden 25 Handelssorten und noch einige amerikanische Sorten geprüft. Die Bohnen wurden in sterilem Grubensand zur Keimung ausgelegt und nach einigen Tagen, sobald die Keimpflanze eine Länge von 4 bis 6 cm erreicht hatte, infiziert. Die Infektion geschah in der Weise, daß mit einem kleinen vor jeder Infektion sorgfältig ausgekochten und gereinigten Pinsel ein Tropfen einer Sporensuspension an das für die Infektion durch den Brennfleckenerreger empfängliche Hypokotyl gebracht wurde. Zur Konidienauf-

[1]) Böning: Über die Empfänglichkeit von Phaseolus vulgaris gegen C. L. im Lichte der Rassenbildung des Krankheitserregers. Forsch. a. d. Geb. d. Pflkr. Jena 1926. Heft 2. S. 5.

schwemmung diente gewöhnliches Leitungswasser. Jede im Uhrschälchen hergestellte Aufschwemmung prüfte ich vor der Infektion mikroskopisch auf ihren Sporengehalt. Die jedesmalige Prüfung auf Keimfähigkeit erfolgte im Agartropfen in der feuchten Kammer. Bezüglich der Keimfähigkeit der Sporen ist nachgewiesen (Schaffnit und Böning, 1925), daß sie ungefähr proportional mit der Zeit abnimmt. Zu Beginn des Versuches keimten fast 100%, nach acht Tagen waren nur noch 50 bis 60% der Sporen am Leben, nach 14 Tagen war die Keimfähigkeit auf 30 bis 40% gesunken, nach 21 Tagen lebten nur noch 5 bis 10% der Konidien, nach 30 Tagen waren sie alle abgestorben. Es war deshalb besonders darauf zu achten, daß die Sporen gleichaltrigen Kulturen entstammten. Nicht immer ließ sich das genau durchführen, da die Fruktifikationszeit einiger Pilze differierte und auch die Keimenergie der Bohnensorten schwankte. Wiederholte Infektionen jedoch beseitigten etwaige Zweifelsfälle.

Dem Pilz wurden nach der Infektion der Wirtspflanzen die im Institut ermittelten bestmöglichen Lebensbedingungen geboten. Unter Zuhilfenahme der zu diesem Zwecke sich besonders gut eignenden Glaskästen konnte die für eine schnelle Entwicklung nötige Luftfeuchtigkeit erzielt werden. Die Temperatur schwankte zwischen 19 und 21° C. Kästen und Töpfe wurden vor Beginn eines jeden neuen Versuches sorgfältig mit 12%iger Formaldehydlösung desinfiziert und danach mit Wasser nachgespült. Während eines jeweiligen Versuches wurden die Kästen täglich einmal gelüftet und gleichzeitig etwa fremde, mit anderen Pilzen infizierte Pflanzen entfernt, da in einzelnen Fällen die Ausbildung von Penicillium und Botrytis an den Cotyledonen nicht verhindert werden konnte.

Nach 5 bis 8 Tagen schon erschienen, wie die Tabellen zeigen, die ersten Krankheitssymptome. Zuerst machten sich bräunliche, oft sehr kleine Flecken, auf denen sich je nach der betreffenden Bohnensorte und dem Pilzstamm eigenartige Tropfen von bräunlicher Farbe bildeten, bemerkbar. Die Braunfärbung der Tropfen ist die Folge von nach der Verwundung eingetretenen Oxydationsvorgängen im Zellsaft.

Für die Prüfung jeder Pilzherkunft dienten je 15 bis 25 Pflanzen der gleichen Sorte. Außerdem wurden die Versuche im allgemeinen je nach Bedarf mehrmals wiederholt, bis absolut eindeutige Ergebnisse vorlagen. Am 6., 8. und 10. Tage wurde jede einzelne Pflanze kontrolliert und das Krankheitsbild festgelegt. Nach etwa 20 Tagen konnte der ganze Versuch zum Abschluß gebracht werden. Je nach der Infektionsstärke des Stammes[1]) und der Bohnensorte wechselte das Krankheitsbild, das in folgendem Schlüssel erläutert wird. Selbstverständlich wurden alle Infektionsversuche unter konstanten Bedingungen ausgeführt.

[1]) Pilzstamm und Pilzrasse seien in dieser Arbeit als identische Begriffe aufgefaßt.

Anfälligkeitsgrad	Infektionsbild	Bemerkungen
1	Der Pilz ist in das Gewebe des Hypokotyls eingedrungen, aber seine Weiterentwicklung ist verhindert: es sind nur stecknadelkopfgroße schwarzbraune Punkte makroskopisch sichtbar (Subinfektion). Die Pflanze ist praktisch als immun zu bezeichnen.	praktisch. immun (i., fi.)
2	Der Pilz ist tiefer in das pflanzliche Gewebe eingedrungen, ohne allerdings zur Fruktifikation zu schreiten. Es sind nur schwache oberflächliche Brennstreifen zu erkennen. Die Pflanze wird in der Entwicklung etwas gehemmt.	wenig anfällig (w.a.)
3	Die Pflanze wird stärker in Mitleidenschaft gezogen, mitunter kommt es beim Pilz zur Konidienbildung. Neben ausgesprochenen Brennstreifen in Länge von 1,5—2 cm sind an manchen Pflanzen ellipsen- bis kreisförmige Flecken von 3 bis 4 mm Durchmesser sichtbar.	mittelanfällig (m. a.)
4	Die Pflanzen werden erheblich geschädigt, so daß wiederholt Absterben beobachtet werden konnte. An den erkrankten Pflanzen trat in den meisten Fällen Sporenbildung auf.	anfällig (a.)
5	Stärkster Befall. Die Pflanzen sind völlig zerstört, der Pilz hat das Gewebe des Hypokotyls durchwuchert und ist in beiden Richtungen des Stengels so weit vorgedrungen, daß die Pflanze abstirbt.	hochanfällig (h. a.)

Wie die in den Tabellen [1]) niedergelegten Infektionsergebnisse zeigen, ergaben sich bei der größten Mehrzahl der Pilzherkünfte aus Deutschland in der Pathogenität keine großen Abweichungen. Erhebliche Unterschiede aber traten bei den Pilzen [2]) folgender Herkunft auf:

1. Stamm A, Herkunft Calbe
2. „ B, „ Schöningen
3. „ C, „ Freienwalde
4. „ D, „ Herbern
5. „ E, „ Durlach
6. Weibullsholm 3 a
7. Alnarp 3 b
8. Loosduinen bei Amsterdam. L.

Stamm A vermochte sämtliche geprüften deutschen Bohnensorten mit größter Intensität anzugreifen, auch gegenüber verschiedenen amerikanischen Sorten mit Ausnahme von Low Champion Bush zeigte er hohe Virulenz. Die Sorte White Dutch Case Knife war fast immun.

Stamm B zeigte bezüglich des biologischen Verhaltens mit A große Verwandtschaft. Bei den deutschen Bohnensorten konnten nur sehr geringe

[1]) Deren Wiedergabe ist im Druck infolge des Umfangs unmöglich, die Tabellen sind im Institut für Pflanzenkrankheiten in Bonn hinterlegt und können dort eingesehen werden.

Unterschiede im Grad des Befalls konstatiert werden. Die amerikanische Low Champion Bush verhielt sich gegenüber diesem Stamme ebenfalls immun. Im Gegensatz aber zu ihrem Verhalten gegenüber Stamm A blieb die auch sonst sehr anfällige Sorte Round Pod Kidney Wax resistent.

Stamm C wies insofern auffallende Verschiedenheiten von den anderen Stämmen auf, als er die Sorte Wachs Schlachtschwert und Früheste Nordstern mit dem Infektionsgrad 5 befiel, Wachs Hinrichs Riesen ohne Fäden aber nur wenig anzugreifen vermochte. Im übrigen verhielt er sich wie die anderen Herkünfte, die unter der Bezeichnung X zusammengefaßt werden sollen.

Stamm D zeichnete sich dadurch aus, daß er Wachs Schlachtschwert, Früheste Nordstern und Früheste holländische Schwert sehr stark anfiel, während er aber die im allgemeinen hochanfälligen Sorten Braune Brech, Bunte Hinrichs Riesen mit Fäden, Weiße Hinrichs Riesen mit Fäden völlig unversehrt ließ. In der Fähigkeit, Sorten anzugreifen, die sich bisher als widerstandsfähig, und solche nicht anzugreifen, die sich als hoch anfällig erwiesen haben, gleicht er dem von Barrus in Amerika gefundenen Stamm *a*.

Stamm E aus Durlach war imstande, die gegen Stamm X immune Sorte Wachs Ideal (Terra) heftig zu befallen, schien aber sonst mit der Mehrzahl der anderen Pilze identisch zu sein.

Abweichendes Verhalten von der Mehrzahl der Pilzstämme zeigte auch ein zweiter aus Calbe erhaltener Stamm, der von der Bohnensorte Holsteiner gewonnen wurde. Er besaß die Fähigkeit, die widerstandsfähigsten Sorten Wachs Schlachtschwert, Früheste Nordstern, Früheste holländische Schwert und weiße römische Brech anzugreifen, es erwiesen sich aber die Sorten Schlachtschwert große, weiße, Wachs Ideal (Terra), Prinzeß doppelt ohne Fäden, Weiße Hinrichs Riesen ohne Fäden, Wachs Ideal (Sachs) ihm gegenüber als praktisch immun. Ich konnte die Versuche mit diesem Stamm allerdings nicht wiederholen, da er nach einiger Zeit in künstlicher Kultur aus unbekannten Gründen versagte. Bemerkenswert ist, daß dieser Pilz im allgemeinen unter den resistenten Sorten nur einzelne angriff.

Zum Nachweis, daß es sich wirklich um Rassen und nicht durch modifikative Einflüsse in der künstlichen Kultur hervorgerufene Abänderungen der Pilzstämme handelte, wiederholte ich nach Variation der Lebensbedingungen des Pilzes die Versuche mit den betreffenden Bohnensorten. Stamm A wurde zum ersten Male im Herbste 1926 der Prüfung unterzogen und danach auf den verschiedensten Nährsubstraten kultiviert: Bohnenabsud, Bohnenhülsen, Kohlehydratböden, Eiweißböden, kombinierte Nährböden usw.; außerdem wurden die Kulturen den verschiedensten Temperaturverhältnissen ausgesetzt. Im Frühjahr 1927 stellte ich von neuem Infektionsversuche an und erhielt wieder die gleichen Resultate

mit den gleichen Bohnensorten unter gleichen Außenbedingungen. Parallele Versuche wurden mit den Stämmen B und F angestellt.

Die Virulenz ist demnach bei Coll. L. durch Variation der Kulturbedingungen und durch langfristige saprophytische Lebensweise, wie dies von einigen Autoren bei anderen Pilzen behauptet worden ist, scheinbar nicht zu beeinflussen.

Mit anderen Pilzstämmen machte ich Versuche, die Infektionskraft etwa dadurch zu erhöhen, daß Sporen von erkrankten mittelanfälligen Bohnenpflanzen an das Hypokotyl von widerstandsfähigen Bohnensorten gebracht wurden. Die wiederholt angestellten Versuche ergaben immer wieder negative Resultate, woraus zu schließen ist, daß die verschiedene Virulenz eine im Genotypus lokalisierte Eigenschaft des Pilzes ist.

Im Gegensatz zu dem konstanten Verhalten der Stämme von Colletotrichum Lindemuthianum weist ein Vertreter der nahe verwandten Gattung Gloeosporium fructigenum nach Muller eine hohe Variationstendenz auf. Muller (1926) infizierte 24 Bohnenpflanzen der amerikanischen Sorte Round Pod Kidney Wax; nach einigen Tagen ergab sich, daß 22 Pflanzen nur wenig von dem Pilz befallen wurden (nach Eindringen des Myzels in die Epidermis war der Pilz abgestorben), während aber bei einer Pflanze erheblicher Befall auftrat. Um festzustellen, ob diese Erscheinung im Genotypus der Pflanze begründet war, isolierte er den Pilz, zog ihn in Reinkultur und machte hier die auffallende Beobachtung, daß in der Reinkultur zwei verschiedene Typen von Pilzen entstanden, die sich gut unterscheiden ließen. In weiteren Generationen variierte der Parasit wieder: bei 15 Kulturen wurde die Erscheinung achtmal beobachtet. Es scheint somit bei Gloeosporium fructigenum die Variationsmöglichkeit größer zu sein als bei Colletotrichum Lindemuthianum.

Außer den Pilzstämmen deutscher Herkunft wurden noch einige Herkünfte des von Professor Schaffnit im Jahre 1925 gesammelten ausländischen Materials geprüft. Dr. Seubert (unveröffentlichte Versuche) untersuchte zwei schwedische Stämme aus benachbart liegenden Orten, wobei sich eine große Verschiedenheit in der Pathogenität beider Stämme ergab. 3a griff die sonst widerstandsfähigen Sorten Früheste Nordstern, Früheste holländische Schwert, Schlachtschwert, größte weiße stark an, während 3b sich diesen Sorten gegenüber verhielt wie die meisten deutschen Stämme, mit der Ausnahme allerdings, daß er die Sorte Wachs Ideal (Terra) erheblich beschädigte. Die Infektionsversuche von Dr. Seubert und die mit den beiden verschiedenen Stämmen aus Calbe ausgeführten Versuche weisen darauf hin, daß in ein und derselben Gegend mehrere Typen von Colletotrichum Lindemuthianum auftreten. Gleiches beweisen auch die Untersuchungen von Muller (s. S. 117). Es scheinen somit nicht ökologische Gesichtspunkte für das Auftreten ausschlaggebend zu sein.

Der Brennfleckenerreger aus Loosduinen erwies sich gegenüber den

deutschen Bohnensorten als sehr angriffsfähig. Die Sorten Wachs Schlachtschwert, Früheste Nordstern, Früheste holländische Schwert, Schlachtschwert, größte, weiße waren stark anfällig, während die Sorten Hinrichs Riesen, Zuckerbrech m. F., Weiße Hinrichs Riesen m. F. und Braune Brech nur sehr geringe Anfälligkeit aufwiesen. Aus den Untersuchungen geht hervor, daß die drei ausländischen Stämme in ihrem Infektionsvermögen gegenüber einer Anzahl von Bohnensorten von den deutschen abwichen. Gewisse Übereinstimmung in biologischer Hinsicht wiesen auf: Der holländische Pilz mit dem deutschen Pilzstamm B, der schwedische 3b mit dem deutschen Pilzstamme X.

Die schwedischen Pilzstämme 3a und 3b wurden ebenfalls eingehend von ten Doornkaat[1]) geprüft und ihr abweichendes biologisch-parasitologisches Verhalten deutlich gezeigt. Auch acht Pilze verschiedener Herkunft aus Deutschland ergaben Unterschiede in der Infektionsfähigkeit. Nach Angaben des Verfassers ist es nicht unmöglich, daß auch hier genotypische Unterschiede bei den einzelnen Pilzen bestehen.

Es erübrigt, mit einigen Worten auch auf das Verhalten der Art Phaseolus multiflorus gegenüber unseren Pilzrassen einzugehen. Die Feuerbohne erwies sich sämtlichen geprüften Pilzstämmen deutscher Herkunft gegenüber als widerstandsfähig. Einigen Pflanzen brachte ich kleine Wunden bei, um dadurch die Infektion zu ermöglichen. Jedoch die Resultate bewiesen, daß auch hier wie bei allen anderen Versuchen, die mit dieser Pflanze angestellt wurden, der Pilz nur mit seinem Myzel eindrang, um dann abzusterben. Nur bei einer Pflanze erzielte ich mit dem Stamme F eine starke Infektion. Vielleicht handelte es sich bei dieser Pflanze um ein Kreuzungsprodukt zwischen Phaseolus multiflorus und vulgaris.

Dagegen gelangen die Infektionen an verwundeten, mit einem Messer geritzten Bohnenhülsen der Feuerbohne unter einer feucht gehaltenen Glasglocke. An den Wundstellen bildete sich eine Masse Konidien, ohne daß aber ein tiefes Eindringen des Pilzes in das pflanzliche Gewebe und das Auftreten von Brennflecken hätte beobachtet werden können. Es hatte den Anschein, als wenn der Pilz vorwiegend saprophytisch auf dem aus dem Gewebe gedrungenen Saft lebte. An nicht verwundeten Hülsen konnte ich keine Infektionen erzielen. Offenbar war in diesem Falle die Struktur der Epidermiszellen in erster Linie für das Nichtzustandekommen der Infektion maßgebend.

Barrus (1911) infizierte eine bestimmte Sorte der Feuerbohne und erzielte gute positive Resultate. In ausgedehntem Maße experimentierte ten Doornkaat (1927) in gleicher Weise mit Phaseolus multiflorus. Bei günstigen Lebensbedingungen des Pilzes erhielt er von 91 jungen, mit 10 verschiedenen, teilweise ungleichartigen biologischen Pilzstämmen geimpften Pflanzen 81 kranke Pflanzen. Der Befall war allerdings im allgemeinen

[1]) ten Doornkaat: a. a. O., S. 205—220.

nur gering. Nur 5 Pflanzen wurden völlig zerstört. Nach ten Doornkaat scheint auch die Resistenz von Phaseolus multiflorus zu variieren, wenn auch in weit geringerem Maße als bei Phaseolus vulgaris.

IV. Kulturelle und morphologische Abweichungen der gefundenen Stämme.

Außer den großen Abweichungen in der Pathogenität gegenüber Phaseolus vulgaris var. nanus stellten sich bei einigen Rassen Verschiedenheiten im Wachstumshabitus und Sporengröße ein, über die folgendes auszuführen ist:

Auffallend verhielt sich besonders Stamm A. Auf künstlichem Nährboden (Bodenabsud und 1,5% Agar-Agar) hatte der anfangs lockere Pilz nach etwa 3 Wochen sich zu einem tiefschwarzen, filzartigen Überzug verdichtet (Abb. I, A_1 A_2), der unregelmäßig zerstreute 1–2 mm dicke sklerotienartige Gebilde erkennen ließ. Eine andere Kultur besaß mehrere sektoriale Furchungen. Zur Fruktifikation gelangte der Pilz auf künstlichem Nährsubstrat (Bodenagar und Biomalz) nicht. Auf sterilisierten Bohnenhülsen bildete Stamm A, bevor er zur Fruktifikation schritt, ein starkes Pilzgeflecht von schwärzlicher Farbe. Im Gegensatz zu den anderen Pilzstämmen trat die Konidienbildung aber hier relativ spät und nur sehr spärlich ein. Wie oben gezeigt wurde und in der tabellarischen Übersicht nachgewiesen ist, handelt es sich bei dem Stamm A um den virulentesten sämtlicher aufgestellten Typen, dessen Angriffen keine der geprüften deutschen Bohnensorten widerstand. Das Verhalten auf der lebenden Pflanze dürfte sich parallel zum Verhalten des Pilzes in künstlicher Kultur vielleicht so erklären lassen: Durch das starke Myzelwachstum überwindet der Pilz gleichsam die gegen ihn gerichtete Reaktion der Pflanzenzelle, falls wir mit einer solchen rechnen dürfen, und schreitet erst dann zur Konidienbildung, wenn er sich ein ausgedehntes Nährstoffdepot gesichert hat.

Am 9. und 10. Tage konnte am Hypokotyl der befallenen Pflanzen einer äußerst resistenten Sorte spärliche Sporenbildung mikroskopisch nachgewiesen werden, selten kam es zur Bildung eines ellipsenförmigen Fruchtlagers.

In morphologischer Hinsicht unterschied sich Stamm A in seiner Sporengröße von allen anderen Pilzrassen. 100 Messungen ergaben, wie aus nachfolgender Tabelle ersichtlich ist, als Durchschnittslänge der Sporen den Wert von 12,32 μ. Die Länge der Sporen einer anderen Vergleichskultur betrug 15,5 μ.

Die Breite der Sporen von A wich nicht von den anderen ab. Wie Krüger, Schaffnit und Böning zeigen, hängt die Größe der Konidien in weitgehendem Maße auch von den Nährsubstraten und der Fruktifikationsweise ab. Krüger (1913) mißt der verschiedenen Sporengröße für die systematische Stellung weniger große Bedeutung bei; er sagt: „Im

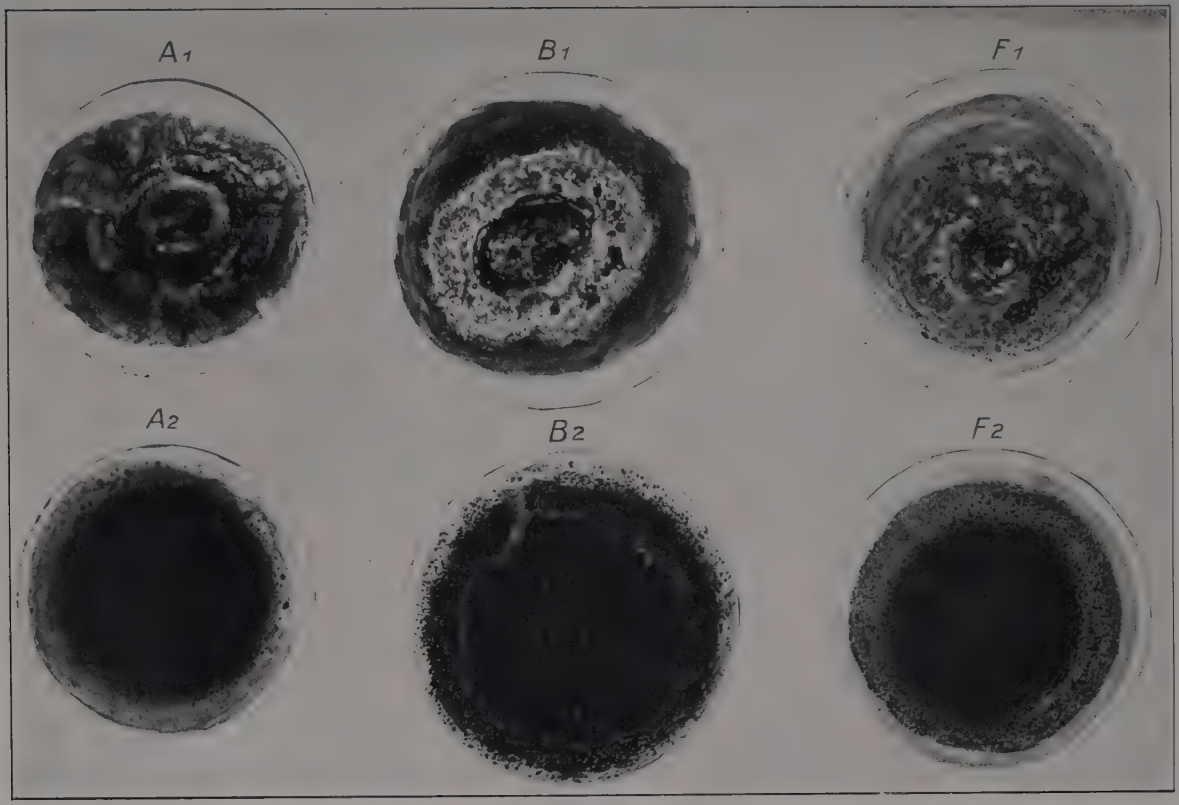

Abb. 1. Habitus der Stämme A, B und F in verschiedenen Altersstadien.

Länge von 100 Sporen des Stammes A.

Anzahl der Sporen	Länge der Sporen μ	Anzahl der Sporen	Länge der Sporen μ
1	13,25	4	8,84
1	17,50	4	11,25
1	12,00	4	8,75
1	15,50	4	12,00
2	8,25	5	13,75
2	16,25	6	14,00
2	9,30	9	10,00
3	10,75	12	15,10
—	—	39	12,50

Durchschnitt = 12,32 μ.

allgemeinen ist die Größe der Konidien jedenfalls etwas sehr Unsicheres, und viel Wert hat sie für die Beurteilung der systematischen Stellung der einzelnen Arten nicht.“ Ich messe demnach der Sporengröße des Stammes A keinen besonderen Wert bei.

Der nahe mit Stamm A verwandte Stamm B wich in künstlicher Kultur insofern von ersterem ab, als er schon nach 5 bis 6 Tagen im Zentrum einen dicht schmutzig violett-rosa gefärbten Konidienschleim erzeugte, der sich kreisförmig bis zu einer gewissen Grenze ausbreitete (Abb. 1, B_1). Der mit Konidienschleim überzogene Innenring war umgeben von einem stromatischen schwärzlich-grauen Myzelgeflecht, welches an der Oberfläche mit einer Masse von Lufthyphen überzogen war, die makroskopisch insgesamt als weißer Schimmel in die Erscheinung traten. Allgemein war die Myzelausbildung des Stammes B weniger intensiv als bei A. Parallel zu dieser Eigenschaft schien auch die Virulenz zu verlaufen. Wenn die beiden Stämme gegenüber der größten Mehrzahl der geprüften Bohnensorten auch das gleiche Verhalten aufwiesen, so zeigt B doch gegenüber den Sorten Wachs Ideal (Terra), Weiße Hinrichs Riesen o. F., Braune Brech in der Hauptsache, wie aus den Tabellen hervorgeht, eine etwas geringere Infektionsstärke, während A den gleichen Sorten gegenüber sich als stark angriffsfähig erwies.

Bei den Stämmen C und D konnten keine wahrnehmbaren Unterschiede in dem Verhalten in künstlicher Kultur festgestellt werden. Sie zeigten denselben Wachstumscharakter, Habitus und dieselben Farben wie Stamm X und stimmten im wesentlichen mit dem von Schaffnit und Böning morphologisch und physiologisch studierten Bonner Pilzstamm überein, der sich als identisch mit Stamm X erwiesen hat.

Außerhalb der Gruppe der in der Pathogenität verschiedenen Pilze ist eine Form von Colletotrichum Lindemuthianum zu betrachten, die aus Steilshoop bei Hannover stammte. Zwar verhielt sich diese Herkunft als Krankheitserreger gegenüber den verschiedenen Bohnensorten gleichsinnig,

wich aber im Verhalten auf künstlichem Substrat jedweder Art völlig von den anderen Pilzen ab (Abb. 1, F_1, F_2). Diese Form F, die ich nicht als Rasse (da sie biologisch mit dem Typus X zusammenfällt), sondern als besondere Varietät von Coll. L. aufstellen möchte, unterscheidet sich sowohl morphologisch-kulturell hinsichtlich des Myzelwachstums wie physiologisch hinsichtlich der Sporenbildungsweise und Fruktifikationsstärke wesentlich von dem Normaltypus unseres Pilzes. Das Myzel verbreitete sich von der Infektionsstelle beginnend in äußerst dünnen, dem Nährsubstrat anhaftenden Fäden über die Kultur. Dem unbewaffneten Auge als schwarze Pünktchen erscheinende, schon auf jungen Kulturen auftretende Gebilde erwiesen sich unter dem Mikroskop als stromatische Hyphenverflechtungen, auf denen mit einer auffallend großen Zahl von Borsten besetzte Sporodochien zur Entwicklung kamen. Diese zeichneten sich durch eine so lebhafte Sporenproduktion aus, wie es in keiner der Hunderte von untersuchten Kulturen beobachtet worden ist. An der dem Pilz als besonderes Merkmal eigenen Fruktifikationsstärke büßte er trotz monatelanger Kultur nach zahlreichen Überimpfungen nichts ein. Freie Konidienbildung konnte nicht beobachtet werden.

Bei der Beschreibung des Stammes A (Seite 137) wurde schon kurz auf das Auftreten sklerotienartiger Gebilde hingewiesen, die bisher noch nicht bei Coll. Lind. beobachtet und in der Literatur beschrieben worden sind. Wir müssen daher auf die Körper, ihr Aussehen und Verhalten näher eingehen.

In älteren Kulturen (2—3 Monate) entwickelten sich bei den Pilzen der Herkunft Calbe und Naumburg auf der Oberfläche des Nährbodens makroskopisch deutlich sichtbare grauschwärzliche, $^1/_2$ bis 1 mm hohe Körperchen in großer Anzahl. Sie waren eng an das Nährsubstrat angelagert und bildeten eine feste kompakte Masse. Anatomische Untersuchungen zeigten, daß die Gebilde einer dichten Myzelverflechtung ihre Entstehung verdankten. Die Hyphen waren von brauner Färbung und mit verdickter Membran. Diese sklerotienartigen Gebilde schienen sich besonders dann auszubilden, wenn die Nahrung für den Pilz erschöpft war. Beim Stamme A trat die Sklerotienbildung in besonders hohem Maße auf, und zwar sowohl auf Agar, der mit verdünntem Bohnenabsud hergestellt war, als auch auf sterilisierten Bohnen. Bei der Bohnenagarkultur waren die Körper schon nach 10 Wochen bei Zimmertemperatur zu beobachten, während sie auf sterilisierten Hülsen, die dem Pilz mehr Nährstoffe boten, erst nach Monaten in Erscheinung traten. Auch eine anderweitige Herkunft, ein aus Naumburg erhaltener Pilz, bildete, wenn auch in viel schwächerem Maße, Sklerotien auf künstlichem Nährsubstrat aus.

Welche besonderen Bedingungen neben dem Charakter des Nährsubstrats und dessen Erschöpfung der Induktion dieser Dauerform zugrunde liegen, konnte nicht eruiert werden. Außerdem ist nicht geklärt, welche

Bedeutung die Sklerotien bei Coll. L. haben. Ob sie dem Pilz eine andere als bisher bekannte Überwinterungsmöglichkeit bieten, vielleicht nach einer bestimmten Ruheperiode zur Perithecienbildung schreiten, ähnlich wie das Sklerotium von Claviceps purpurea, oder ob sie sich nur in künstlicher Kultur bilden, ist noch eine offene Frage.

Vergleiche der von Muller in Holland gefundenen perithecienartigen Körper (siehe S. 128) mit den am hiesigen Institut beobachteten Sklerotien konnten nicht vorgenommen werden, da nach den Angaben von Professor Quanjer, Wageningen, die fraglichen Kulturen nicht mehr vorhanden waren.

Es erübrigt, auch dem Verhalten der Sorten gegenüber den geprüften Stämmen einige Worte zu widmen. Auf den durch den Pilz hervorgerufenen Brennflecken siedelten sich in manchen Fällen sekundär die verschiedenartigsten Fäulniserreger an, welche die Störungen des Wachstums der Wirtspflanze noch vergrößerten.

So waren die Infektionsstellen der Sorte rote Pariser nach jedem stärkeren Befall mit einem schmutzig-weißen Schleim überzogen, in welchem, wie das Mikroskop zeigte, sich eine Menge von saprophytischen Älchen angesiedelt hatten.

Wie ferner die Infektionstabellen zeigen, wurden in den Versuchen nicht alle Bohnenpflanzen derselben Sorte gleichmäßig befallen. Die Inkubationsdauer differierte um oft zwei bis drei Tage, vielfach blieben einige Pflanzen von allgemein empfänglichen Sorten völlig immun. Diese Erscheinung scheint auf folgenden Ursachen zu beruhen:

1. Die Linienreinheit bzw. Sortenreinheit der benutzten Buschbohnen ist keineswegs sichergestellt. Nach den Untersuchungen von Schaffnit sind die Handelssorten oft zum großen Teil ungenügend durchgezüchtet und neigen zur physiologischen Aufspaltung, was naturgemäß eine Veränderung der Empfänglichkeit zur Folge hat. Die Annahme, daß Phaseolus vulgaris ein obligater Selbstbefruchter ist, steht keineswegs fest. Die Meinungen der einzelnen Züchter und Forscher gehen auseinander (siehe Schaffnit und Böning: Die Brennfleckenkrankheit der Bohne, S. 81 bis 83, Jena 1925).

2. Bei den Versuchen schwankte in gewissen Grenzen die Keimungsenergie und Triebkraft des Saatgutes innerhalb ein und derselben Bohnensorte, und mit diesen Schwankungen schien auch die Inkubationsdauer Abänderungen zu erleiden.

Frisches Bohnenmaterial der Firma Dippe (Ernte 1926), von hoher Keimfähigkeit, Triebkraft und schnellem Wuchs erwies sich gegen Colletotrichum Lindemuthianum fast völlig gleichmäßig. Nur im Befallsgrad der einzelnen Individuen traten kleine Schwankungen auf. Sorten anderer Züchter zeigten in einigen Fällen größere Differenzen, was auch im Alter

dieser Samen (Ernte 1925) und der dadurch geschwächten Lebensenergie und verringerten Wachstumsgeschwindigkeit begründet sein kann.

Die großen Unterschiede in der Pathogenität der Pilze traten aber trotz der oben besprochenen durch die Ungleichmäßigkeit der Sorten und sonstige möglichen Fehlerquellen deutlich in Erscheinung. Zu erwähnen ist an dieser Stelle, daß die Sorte Prinzeß doppelt ohne Fäden, die nach Baur relativ zu den reinsten Bohnenvarietäten zu rechnen ist, gegenüber Colletotrichum Lindemuthianum ein völlig gleichmäßiges Verhalten aufwies. Gleichzeitig konnten aber auch keine Unterschiede in der Keimungsenergie und Wachstumsgeschwindigkeit bei dieser Bohnensorte konstatiert werden.

Wie aus der tabellarischen Übersicht zu ersehen ist, erwies sich diese Sorte gegenüber der Mehrzahl der Pilzstämme als widerstandsfähig, aber den Stämmen A und B gegenüber zeigten alle infizierten Pflanzen ein einheitliches Befallsbild, ohne bemerkenswerte Verschiedenheiten in der Inkubationszeit und im Befallsgrad. Ebenso würden sich ganz sicher die übrigen Sorten verhalten haben, wenn sie gleichmäßig durchgezüchtet wären.

Ob die als Stamm X zusammengefaßten Herkünfte in jeder Hinsicht gleiche Pathogenität aufweisen, ist nicht sichergestellt. Meine Untersuchungen beziehen sich nur auf die oben bezeichneten Sorten. Es besteht die Möglichkeit, daß der Stamm bei der Prüfung an anderen Bohnensorten, die von den untersuchten durch gewisse spezifische Merkmale und Eigenschaften verschieden sind, zerlegt werden muß.

V. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.

1. Der Brennfleckenerreger der Bohnen, Colletotrichum Lindemuthianum, verhält sich in Deutschland in seinem Infektionsvermögen gegenüber einer Anzahl von Bohnensorten der Art Phaseolus vulgaris var. nanus nicht einheitlich. Von 46 untersuchten Kulturen des Krankheitserregers deutscher Herkunft wurden 5 Stämme (A, B, C, D, E) entdeckt, die in ihrer Virulenz bedeutend von den anderen abwichen.
2. Drei untersuchte ausländische Pilzherkünfte, Weibullsholm 3a, Alnap 3b und Loosduinen, erwiesen sich als besondere von den deutschen Stämmen abweichende Rassen.
3. Die Formen A und B bewiesen außer der Verschiedenheit in der Pathogenität kulturelle und morphologische Unterschiede auf künstlichem Nährboden.
4. Der als Varietät von Colletotrichum Lindemuthianum bezeichnete Stamm F wich im Wachstumshabitus in jeder Hinsicht von allen anderen Stämmen ab, zeigte aber in der Pathogenität mit dem Stamm X auf den untersuchten deutschen Bohnensorten keine erheblichen Unterschiede.

5. An den in der künstlichen Kultur unter wechselnden Bedingungen gehaltenen Stämmen A und B wurde durch mehrfach wiederholte Versuche und nach dreimonatlicher Unterbrechung erneut vorgenommene Prüfung die Konstanz der spezifischen biologischen parasitologischen Eigenschaften festgestellt.
6. Colletotrichum Lindemuthianum bildet in künstlicher Kultur unter besonderen Bedingungen sklerotienartige Körper.

Tabellarische Zusammenfassung des Verhaltens verschiedener Bohnensorten gegenüber den gefundenen Pilzstämmen.

Sorten	Herkunft	Pilzstämme								
		A	B	C	D	E	X	3a	3b	L
Wachs-Schlachtschwert	Benary	a	a	ha	ha	i	i	fi	i	ma
Früheste Nordstern . .	„	ha	ha	ha	ha	i	fi	ha	fi	ha
Früheste holl. Schwert	„	ha	a	fi	ha	i	fi	a	i	a
Zuckerbrech Phönix . .	„	ha	ha	a	a	a	ha	—	ma	ha
Früheste Saxa	„	ha	a	ha	a	a	ha	—	ha	ha
Schlachtschwert größte weiße	„	a	a	i	fi	i	i	a	—	ha
Wachs-Ideal	Terra	ha	ma	i	ha	ha	fi	?	a	ha
Prinzeß doppelt ohne Fäden	„	ha	ha	i	i	i	i	a	i	ma
Weiße röm. Brech . .	„	a	a	ma	a	a	ma	ma	ha	a
Weiße H. Riesen o. F.	„	a	ma	ma	ha	a	a	ha	ha	ma
H. Riesen Zuckerbrech. m. F.	„	ha	a	ma	a	ha	a	ha	wa	wa
Weiße H. Riesen mit F.	„	a	ha	ma	i	a	ha	ha	—	wa
Braune Brech	„	a	ma	a	i	ha	a	ha	ha	wa
Bunte H. Riesen m. F.	„	ha	a	ma	ha	ha	ma	—	—	a
Früheste Neger	Sachs	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
Rote Pariser	„	ha	a	a	ma	a	ha	ha	a	ha
Bountiful	„	ha	ha	a	ha	ha	ha	ha	a	a
Wachs Ideal	„	ma	a	ma	ma	i	a	a	a	ha
Wachs Rheingold . .	Zopes	a	ha	ha	ma	ha	ma	ha	a	a
Wachs W. Butter . .	„	ha	ha	a	ha	ha	a	a	a	ha
Digoin	„	ha	a	ha	ha	ha	a	ha	a	ha
Wachs Dattel	Dippe	ha	ha	—	a	—	ha	—	—	a
Amtsrat Koch	„	ha	a	a	a	—	m	—	—	ha
W. H. Riesen m. breit. Bohnen	„	ha	ha	—	—	—	ha	—	—	ha
W. Mont d'or o. F. . .	„	ha	a	—	—	—	a	—	—	—
Wachs Ideal	„	a	a	—	—	—	ma	—	—	a
Ilsenburger frühe bunte	„	a	ha	—	—	—	ha	—	—	ha

ha = hochanfällig
a = anfällig
ma = mittelanfällig
wa = wenig anfällig
fi = fast immun
i = immun.

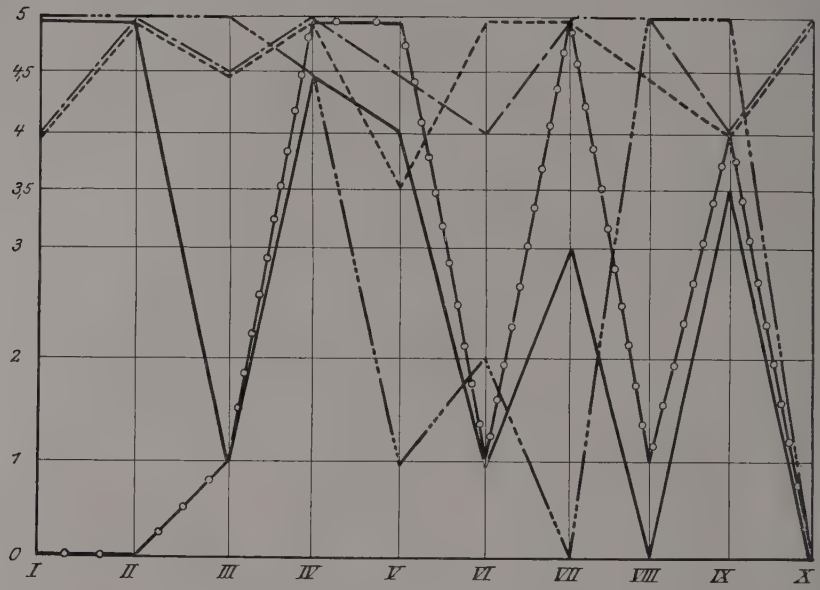

Abb. 2.

Graphische Darstellung der verschiedenen Virulenz einiger Rassen von Coll. L. in Deutschland.

Stamm A —·—·—·—
„ B - - - - - - - - - - -
„ C ————————
„ D —···—
„ X —o—o—o—

Auf der Abszisse sind 10 Bohnensorten aufgetragen:

I. Wachs Schlachtschwert
II. Früheste Nordstern
III. Früheste holländische Schwert
IV. Früheste Saxa
V. Braune Brech
VI. Schlachtschwert große weiße
VII. Bunte Hinrichs Riesen mit Fäden
VIII. Wachs Ideal (Terra)
IX. Weiße Hinrichs Riesen ohne Fäden
X. Prinzeß doppelt ohne Fäden.

Auf der Ordinate ist das parasitologische Verhalten einiger Rassen und das zu den jeweiligen Bohnensorten gehörige charakteristische Krankheitsverhalten nach Graden festgelegt (siehe Schlüssel Seite 133).

Literatur.

1 Appel und Riehm, Die Bekämpfung des Flugbrandes von Weizen und Gerste. Arbeiten der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, S. 27 bis 426. 1911.

2 Arthur, J. C., Cultures of uredineae in 1909. Mycologia, S. 213—240, 1910.

3 Barrus, F., Varietal susceptibility of beans to strains of Colletotrichum. Phytop. Vol. 8, S. 589, 1918.

4 Bailey, D. L., Physiologic specialigation in Puccinia graminis avenae Erikss. and Henning. Dissertation 1924.

5 Bailey, D. L., Investigations on Puccinia helianthi. Phytop. 12, S. 44, 1922.

6 Bolley, H. L. and Pritchard, F. J., Rust problems: facts, observations and theories; possible means of control. N. Dak. Agr. Exp. Sta. Bul., S. 607—672, 1906.

7 Böning, K., Über die Empfänglichkeit von Phaseolus vulgaris für Colletotrichum Lindemuthianum im Lichte der Rassenbildung des Krankheitserregers. Forschungen auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten und Immunität im Pflanzenreich II. Jena 1926.

8 Christensen, J. J., Physiologic specialisation and mutation in Helminthosporium sativum. Phytop. 15, S. 785—795, 1925.

9 Christensen, J. J., Studies on the parasitism of Helminthosporium sativum. Minn. Agr. Exp. Sta. Tech. Bul. 11, 1922.

10 Christensen, J. J. and Stakman, E. C., Physiologic specialisation and mutation in Ustilago zeae. Phytop. 12, S. 979—999, 1926.

11 Eberhardt, Zur Biologie von Cystopus candidus. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasiten- und Infektionskrankheiten, Abt. II, Bd. 10, S. 655, 1903.

12 Edgerton and Moreland, Experiments on varietal resistance to the bean and colton anthracnose diseases. Louisiana Exp. Stat. Bull. 155, S. 1—24, 1916.

13 Eriksson, Über die Spezialisierung des Parasitismus bei den Getreiderostpilzen. Berichte der botanischen Gesellschaft, Bd. 12, S. 292—331, 1894.

14 Eriksson und Henning, Die Hauptresultate einer neuen Untersuchung über Getreideroste. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, Bd. 4, 1894.

15 Eriksson und Henning, Die Getreideroste. Medl. Kgl. Landtbruks-Akademie Experim., Nr. 36, 1896.

16 Faris, James, A., Physiologic specialisation of Ustilago hordei. Phytop. 14, S. 537—557, 1924.

17 Fischer, E., Der Speziesbegriff und die Frage der Speziesentstehung bei parasitischen Pilzen. Verhandlungen der Schweizerischen Naturforscher-Gesellschaft. 98. Jahresversammlung. II. 1908.

18 Fischer, E., Die biologischen Arten der parasitischen Pilze und die Entstehung neuer Formen im Pflanzenreich. Atti della Societa elev. di Sien. nat. 86 sess. 1903.

19 Fraser and Bailey, Biologic froms of wheat stem rust in western Canada. Phytop. 11, S. 202, 1921.

20 Freman E. M. and Johnson, E. C., The rusts and grains in the United States. U. S. Dept. Agr. Bur. Plant. Bull. 216, S. 87, 1911.

21 Fruwirth, C., Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. P. Parey, Berlin, 1920. S. 13.

22 Gäumann, Über die Formen der Peronospora parasitica. Bh. z. Bot. Gesellsch. XXXV. Abt. I, 1918.
23 Hammarlund, C., Zur Genetik, Biologie und Physiologie einiger Erysiphaceen. Separat und Hereditas VI, 1925.
24 Hörner, G. R., Biologic froms of Puccinia coronata on oats. Phytop. 9, S. 309 bis 314. 1919.
25 Hörner, G.R., Infection capability of crown rust of oats. Phytop. 12. S. 4—15. 1922.
26 Humphrey, H. B. and Tapke, V. F., The loose smut of rye (Ustilago tritici). Phytop. 15, S. 598—605, 1925.
27 Hungerford, C. W. and Owens, C. K., Specialized varieties of Puccinia glumarum and hosts for variety tritici. Journ. Agr. Res. 25, S. 363—401, 1923.
28 Jensen, J. L., The propagation and prevention of smuts in oats and barley. Journ. Agr. Soc. Eng. 24, S. 398—415, 1888.
29 Johnson, E. C., Timothy rust in the United States. U. S. Dept. Agr. B. P. I. Bull. 224, S. 1—22. 1911.
30 Jordan, M., Diagnose d'espèces nouvelles on méconnues, Tom. I, Paris 1864.
31 Jordan, M., Remarques sur le fait d'existence en société à l'état sauvage des espèces vegetales affin etc. Lyon 1873.
32 Killian, K., Über die Ursachen der Spezialisierung bei den Ascomyceten. I. Die Monilia cinerea der Kirschen. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasiten- und Infektionskrankheiten. II. Bd. 53. 1921.
33 Kniep, Über Artkreuzungen bei Brandpilzen. Zeitschrift für Pilzkunde, 10, S. 217—247, 1926.
34 Klebahn, Die wirtswechselnden Rostpilze. Berlin 1904.
35 Kobel, Das Problem der Wirtswahl bei den parasitischen Pilzen. Naturwissenschaftliche Wochenschrift. Bd. 36, 1921.
36 Krüger, F., Beiträge zur Kenntnis einiger Gloeosporien. K. Biol. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft. Abt. 9. S. 233—323. 1913.
37 Leach, J. G., The paratism of Colletotrichum Lindemuthianum. The Univ. of Minnesota Agr. Exp. State, 1923.
38 Levine, M. N. and Stakman, E. C., A third biologic form of Puccinia graminis on wheat. Journ. Agr. Res. 13, S. 651—654, 1918.
39 Magnus, P., Über die Beziehungen zweier auf Stachys auftretenden Puccineen zueinander. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. 16, 1898.
40 Magnus, P., Der Mehltau auf Syringa vulgaris in Nordamerika. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. 16, 1898.
41 Magnus, P., Die Erysipheen Tirols. Ber. d. nat.-med. Ver. Innsbruck, Bd. 24, 1898.
42 Mains, E. B. and Jackson, H. S., Two strains of Puccinia triticiana on wheat in the United States. Phytop. Vol. 11, S. 40, 1921.
43 Melchers, L. E., Ecologic and physiologic notes on corn smut, Ustilago zeae (Abst.). Phytop. 11, 32, 1921.
44 Muller, H. R. A., Onderzoekingen over Colletotrichum Lindemuthianum (Sacc. et Magn.) Bri. et Cav. en Gloeosporium Fruktigenum Berk. Forma Hollandica. Nova Forma. Veeman u. Zonen, Wageningen 1927.
45 Newton, Marg., Studies in wheat stem rust (Puccinia graminis tritici). Trans. Royal Soc. Can., 3 rd., series 16, S. 152—210, 1922.
46 Popta, C. M. L., Beiträge zur Kenntnis der Hemiasco-Flora, Bd. 86, 1899.
47 Reed, G. M., Physiologic specialisation of oat smuts. Americ. Journ. Bot. 11, S. 483—492, 1924.
48 Reed, G. M., Further evidence of physiologic races of oat smuts. Mycologia 19, S. 21—28. 1927.

49 Riede, W., Krankheiten und Vererbung. Zentralblatt für Bakteriologie II. Bd. 71, S. 271—297, 1927.
50 Riede, W., Ein Beitrag zu den Grundsätzen der Systematik. Sitzungsberichte, Naturhistorischer Verein d. pr. Rheinl. u. Westfalens, S. 43—48, 1925.
51 Rodenhiser, H. A., Physiologic forms of Ustilago nuda and Ustilago tritici. Phytop. 16, S. 1001—1007, 1926.
52 Rodenhiser, H. A. and Stakman, E. C., Physiologic specialisation in Felletia levis and Tilletia tritici. Phytop. 17, S. 247—253, 1927.
53 Schaffnit, E., Untersuchungen über die Brennfleckenkrankheit der Bohnen. I. Mitteilung d. D. L.-G. 35, S. 299—302, 1920; II. ibid. 36, S. 199, 1921.
54 Schaffnit, E., Neuere Untersuchungen über die Brennfleckenkrankheit der Bohnen. Beitrag zur Pflanzenzucht VI, S. 25—35, 1922.
55 Schaffnit, E. und Böning, K., Die Brennfleckenkrankheit der Bohne. Forschungen auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten und der Immunität im Pflanzenreich. I. Jena, 1925.
56 Stäger, R., Infektionsversuche mit Gramineen bewohnenden Claviceps-Arten. Bot. Zeitung Bd. 61, 1903.
57 Stakman, E. C., Relation between Puccinia graminis and plant highly resistant to its attack. Journ. Agr. Res. 4, S. 199—200, 1915.
58 Stakman, E. C. and Levine, M. N., The determination of biologic forms of Puccinia graminis on Triticum spp. Univers of Min. Agr. Exp. Sta. Techn. Bul. 8, S. 1—10, 1922.
59 Stakman, E. C. and Piemeisel, F. J., Biologic forms of Puccinia graminis on cereals and grasses. Journ. Agr. Res. 10, S. 429—495, 1917.
60 Stakman, E. C. and Hörner, G. R., The occurrence of Puccinia graminis triticicompacti in the southern. United-States. Phytop. 8, S. 141—149, 1918.
61 Stakman, E. C., Levine, M. N. and Bailey, D. L., Biologic forms of Puccinia graminis on varieties of Avena spp. Journ. Agr. Res. 24, S. 1013—1018, 1923.
62 Stakman, E. C., Levine, M. N. and Leach, J. G., New biologic forms of Puccinia graminis. Journ. Agr. Res. 16, S. 103—105, 1919.
63 Stakman, E. C. and Piemeisel, F. J., A new strain of Puccinia graminis. Phytop. 1, S. 73, 1917.
64 Stakman, E. C. and Levine, M. N., Plasticity of biologic forms of Puccinia graminis. Journ. Agr. Res. 15, S. 221—250, 1918.
65 ten Doornkaat-Koolman, Die Brennfleckenkrankheit der Gartenbohne im Lichte der Vererbung. Versuche zur Immunitätszüchtung bei Phaseolus vulgaris gegenüber Colletotrichum Lindemuthianum (Sacc. et Magn.) und seinen Biotypen. Forschungen auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten und der Immunität im Pflanzenreich, Heft 1, 1927.
66 Tistale, W. H. and Johnston, C. O., A study of smut resistance in corn seedlings grown in the greenhouse. Journ. Agr. Res. 32, S. 649—668, 1926.
67 Ward, H. M., The bromes and their rust fungus, Puccinia dispersa (Erikss.) and its adaptiv parasitism. Ann. Mycol. Bibliography, S. 151, 1903.
68 Zattler, F., Vererbungsstudien an Hutpilzen. Zeitschrift f. Bot., S. 433—499, 1924.
69 Zillig, H., Über spezialisierte Formen beim Antherenbrand (Ustilago violacea) (Pers.) (Fuck.). Zentralblatt für Bakteriologie, Abt. II 53, S. 33—73, 1921.

Druck der Anhaltischen Buchdruckerei Gutenberg, G. Zichäus, in Dessau.

Lebenslauf.

Ich, Alois Budde, Sohn des Gutsbesitzers Heinrich Budde, kath. Konfession, wurde geboren zu Herbern in Westfalen am 19. Juni 1902. Bis zum 12. Lebensjahre war ich auf dem väterlichen Hof und besuchte von dort 6 Jahre die Volksschule. 1914 kam ich auf das Realgymnasium zu Ahlen und bestand Ostern 1923 die Reifeprüfung. Darauf widmete ich mich der Landwirtschaft und studierte in Berlin, München und Bonn. Während der akademischen Ferien war ich außer in der väterlichen Wirtschaft auf mehreren betriebswirtschaftlich anders eingestellten landwirtschaftlichen Gütern tätig.

Nach Ablegung des Vorexamens an der Landw. Hochschule Bonn-Poppelsdorf bestand ich im Frühjahr 1926 dortselbst die Diplomhauptprüfung mit dem Gesamtprädikat „sehr gut“. Darauf studierte ich an der Bonner Universität Biologie und erhielt im Juli 1926 nach Ablegung der Zusatzprüfung im Pflanzenschutz von Herrn Professor Schaffnit das Thema zur vorstehenden Arbeit.